الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم

الإمارات

نسخة المعلم

2019-2020

الكيمياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة

الصف
12
متقدّم

Mc Graw Hill

الهيدروكربونات

الفكرة الرئيسة تختلف المركبات العضوية التي يُطلق عليها اسم مواد هيدركربونية باختلاف أنواع الروابط بها.

الأقسام

1 مقدمة للهيدروكربونات
2 الألكانات
3 الألكينات والألكاينات
4 أيزومرات الهيدروكربونات
5 الهيدروكربونات الأروماتية

التجربة الاستهلالية

كيف يمكنك إنشاء نموذج بسيط للهيدروكربونات؟

إنّ الهيدروكربونات مكوّنة من ذرات الهيدروجين وذرات الكربون. تذكر أن الكربون لديه أربعة إلكترونات تكافؤ، ويمكنه تشكيل أربع روابط تساهمية. في هذه التجربة، ستقوم بإنشاء نماذج من الهيدروكربونات التي لها ذرّتان، وثلاث وأربع وخمس ذرات كربون.

مطويات منظم الدراسة

المركبات الهيدروكربونية

أنشِئ مطوية. سمِّه كما هو مبيّن. استخدمها لمساعدتك على تنظيم المعلومات حول المركّبات الهيدروكربونية.

إنّ النحط هو المصدر الرئيس للمواد الهيدروكربونية. تستخدم الهيدروكربونات كوقود وهي المواد الخام لمنتجات مثل المواد البلاستيكية والألياف الصناعية والمذيبات والمواد الكيميائية الصناعية.

8 Hydrocarbons, Chapter 25, from Glencoe Chemistry: Matter and Change ©2017
McGraw-Hill Education

تجربة الاستهلالية

يف يمكنك أن تصنع نموذجًا يدروكربونات بسيطة؟

دف استخدام الطلاب مهارات تصميم ماذج لمساعدتهم في تصور جزيئات يدروكربون بسيطة.

تياطات السلامة ناقش المخاطر تعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل ء العمل.

تراتيجيات التدريس

زوِّد الطلاب أعواد أو اسلاك رباعية الأوجه (فيها أربع كرات) لذرات الكربون. ذكِّر الطلاب أنّ ذرات الكربون يجب أن تكون متصلة بترتيب سلسلة مستقيمة من دون نماذج متفرعة أو حلقية. توسع في التجربة عبر تكليف الطلاب بالبحث عن تسميات نظام الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC) لتلك التراكيب في هذه الوحدة.

تائج المتوقعة يجب على الطلاب شاء تراكيب مماثلة للتراكيب الواردة في جدول 1.

جراء

حدِّد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.

. استخدم **أدوات إنشاء نموذج جزيء** لتكوين تركيب بذرتيْ كربون متصلتين برابطة أحادية.

ضع ذرات هيدروجين في كل المواضع الفارغة في نموذجك بحيث يكون لكلّ ذرة كربون أربع روابط.

. كرّر الخطوتين 2 و3 للنماذج القائمة على ثلاث وأربع وخمس ذرات كربون لكل منها. تأكد أنّ كل ذرة كربون متصلة بذرتيْ كربون أخريين كحد أقصى.

التحليل

1. **أنشئ** جدولًا يسرد عدد ذرات الكربون والهيدروجين في كل تركيب.

ذرات C	ذرات H
2	6
3	8
4	10
5	12

2. **هيف** تكوين كل تركيب بصيغة جزيئية. C2H6, C3H8, C4H10, C5H12

3. **حلل** نمط نسبة الكربون إلى الهيدروجين لتطوير صيغة عامة للهيدروكربونات ذات الروابط الأحادية. CnH2n + 2

استقصاء في رأيك، كيف ستتأثر الصيغة الجزيئية إذا كانت ذرات الكربون متصلة بروابط مزدوجة وثلاثية؟ سينخفض عدد ذرات الهيدروجين في الجزيء، وستعكس الصيغة ذرات هيدروجين أقل.

قدّم الفكرة الرئيسة

متشابهة لكن مختلفة لتقديم الفكرة الرئيسة لهذه الوحدة، قم بإدارة مناقشة بين الطلاب حول أشياء متشابهة لكنها مختلفة. اسأل الطلاب ما إذا كان قد سبق لهم تناول مجموعة من الثمار المختلفة المجففة. واسألهم عن طريقة تشابه الثمار عن طريقة اختلافها. أخبر الطلاب بأنّ الهيدروكربونات أيضًا متشابهة ولكنها مختلفة. تحتوي كل الهيدروكربونات على ذرات كربون وهيدروجين. على الرغم من ذلك، تكون مختلفة نظرًا إلى اشتمالها على أنواع مختلفة من الروابط مما يمنحها صفات أو خصائص مختلفة.

الربط بالمعرفة السابقة

اطلب إلى الطلاب مراجعة المفاهيم التالية قبل دراسة هذه الوحدة.

- تركيب ذرة كربون
- الربط التساهمي والتركيب الجزيئي
- تغيّرات الحالة—غليان وانصهار

استخدام الصورة

البترول اطلب من الطلاب تحديد الجسم الموجود في الصورة. إنّها مضخة نفط، جهاز شائع لضخ النفط من الأرض. اسأل الطلاب عما يحدث في المنشأة. يَنقب العاملون بحقول النفط بحثًا عن البترول وضخه إلى السطح، ونقله إلى معمل تكرير. اطلب من الطلاب تحديد استخدامات البترول. الإجابات المحتملة: وقود للسيارات والشاحنات والمصابيح والمنازل وشوايات الاستخدام الخارجي ومواد خام للعديد من العمليات الكيميائية، بما في ذلك المنتجات البلاستيكية والأشرطة والألياف الصناعية

الهيدروكربونات

الفكرة الرئيسة تختلف المركبات العضوية التي يُطلق عليها اسم مواد هيدركربونية باختلاف أنواع الروابط بها.

الأقسام

1 مقدمة للهيدروكربونات
2 الألكانات
3 الألكينات والألكاينات
4 أيزومرات الهيدروكربونات
5 الهيدروكربونات الأروماتية

التجربة الاستهلالية

كيف يمكنك إنشاء نموذج بسيط للهيدروكربونات؟

إنّ الهيدروكربونات مكوّنة من ذرات الهيدروجين وذرات الكربون. تذكر أن الكربون لديه أربعة إلكترونات تكافؤ، ويمكنه تشكيل أربع روابط تساهمية. في هذه التجربة، ستقوم بإنشاء نماذج من الهيدروكربونات التي لها ذرّتان، وثلاث وأربع وخمس ذرات كربون.

مطويات منظم الدراسة

المركبات الهيدروكربونية

أنشِئ مطوية. سمِّه كما هو مبيّن. استخدمها لمساعدتك على تنظيم المعلومات حول المركّبات الهيدروكربونية.

إنّ النحط هو المصدر الرئيس للمواد الهيدروكربونية. تستخدم الهيدروكربونات كوقود وهي المواد الخام لمنتجات مثل المواد البلاستيكية والألياف الصناعية والمذيبات والمواد الكيميائية الصناعية.

8 Hydrocarbons, Chapter 25, from Glencoe Chemistry: Matter and Change ©2017
McGraw-Hill Education

تجربة الاستهلالية

يف يمكنك أن تصنع نموذجًا يدروكربونات بسيطة؟

دف استخدام الطلاب مهارات تصميم ماذج لمساعدتهم في تصور جزيئات يدروكربون بسيطة.

تياطات السلامة ناقش المخاطر تعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل ء العمل.

تراتيجيات التدريس

زوِّد الطلاب أعواد أو اسلاك رباعية الأوجه (فيها أربع كرات) لذرات الكربون. ذكِّر الطلاب أنّ ذرات الكربون يجب أن تكون متصلة بترتيب سلسلة مستقيمة من دون نماذج متفرعة أو حلقية. توسع في التجربة عبر تكليف الطلاب بالبحث عن تسميات نظام الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC) لتلك التراكيب في هذه الوحدة.

تائج المتوقعة يجب على الطلاب شاء تراكيب مماثلة للتراكيب الواردة في جدول 1.

جراء

حدِّد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.

استخدم **أدوات إنشاء نموذج جزيء** لتكوين تركيب بذرتيْ كربون متصلتين برابطة أحادية.

ضع ذرات هيدروجين في كل المواضع الفارغة في نموذجك بحيث يكون لكلّ ذرة كربون أربع روابط.

كرّر الخطوتين 2 و3 للنماذج القائمة على ثلاث وأربع وخمس ذرات كربون لكل منها. تأكد أنّ كل ذرة كربون متصلة بذرتيْ كربون أخريين كحد أقصى.

التحليل

1. **أنشئ** جدولًا يسرد عدد ذرات الكربون والهيدروجين في كل تركيب.

ذرات C	ذرات H
2	6
3	8
4	10
5	12

2. **هيف** تكوين كل تركيب بصيغة جزيئية. C2H6, C3H8, C4H10, C5H12

3. **حلل** نمط نسبة الكربون إلى الهيدروجين لتطوير صيغة عامة للهيدروكربونات ذات الروابط الأحادية. CnH2n + 2

استقصاء في رأيك، كيف ستتأثر الصيغة الجزيئية إذا كانت ذرات الكربون متصلة بروابط مزدوجة وثلاثية؟ سينخفض عدد ذرات الهيدروجين في الجزيء، وستعكس الصيغة ذرات هيدروجين أقل.

التركيز

فكرة الرئيسة

حدات بناء **الكربون** استخدم أدوات
شاء نموذج جزيء وأنشئ جزيء ميثان
CH_4). ثم اعرض النموذج واسأل الطلاب
إذا كانوا يعرفون الجزيء الذي يمثله
موذج. أخبر الطلاب بأنّ الجزيء هو
يثان الذي يُعتبر مركّبًا رئيسًا في الغاز
طبيعي. اشرح للطلاب أنّ الهيدروكربونات
ستخدم كوقود لسهولة اتحادها
؟كسيجين، وتنتج الكثير من الحرارة في
ملية.

أنشئ جزيء ميثان آخر واعرض
موذج أمام الصف الدراسي. قم بإزالة
ة هيدروجين من كل نموذج، واربط
موذجين لإنشاء الإيثان. ثم اسأل الطلاب
نيام بشرح طريقة تكوّن هذا الجزيء
جديد. تمّت إزالة ذرة هيدروجين، وربط
إت الكربون بعضها مع بعض. اشرح
طلاب أنّ الهيدروكربونات تستخدم أيضًا
واد خام، لسهولة ربط الجزيئات بعضها
ع بعض لتكوين سلاسل طويلة. كما يمكن
الة ذرات الهيدروجين، وإضافة مجموعة
ديدة إلى الجزيء. تختلف خصائص
جزيء الجديد عن خصائص الجزيء
صلي. ق م خ م

سؤال الشكل 1
جابات المحتملة: الجلوكوز أو السكروز
الميثان

مقدمة حول الهيدروكربونات

الفكرة الرئيسة إنّ الهيدروكربونات هي مركبات عضوية تحتوي على الكربون الذي يوفر مصدرًا للطاقة وللمواد الخام.

الأسئلة الرئيسة

- ما المقصود بالمصطلحين، مركب عضوي و كيمياء عضوية؟
- كيف يتم تحديد الهيدروكربونات والنماذج المستخدمة في تمثيلها؟
- كيف يتم التمييز بين الهيدروكربونات المشبعة والهيدروكربونات غير المشبعة؟
- ما مصادر الحصول على الهيدروكربونات وكيف يتم فصلها؟

مفردات للمراجعة

الكائنات الحية الدقيقة microorganism، هي الكائنات الصغيرة، مثل البكتريا أو الأوليات، والتي لا يمكن رؤيتها من دون المجهر

مفردات جديدة

مركب عضوي organic compound
هيدروكربون hydrocarbon
هيدروكربون مشبع saturated hydrocarbon
هيدروكربون غير مشبع unsaturated hydrocarbon
تقطير التجزيئي fractional distillation
تكسير cracking

الكيمياء في حياتك

إذا كنت قد ركبت في سيارة أو حافلة، تكون قد استخدمت الهيدروكربونات. إنّ الجازولين والديزل المستخدمان في السيارات والشاحنات والحافلات هما من الهيدروكربونات.

المركبات العضوية

أيقن علماء الكيمياء في بدايات القرن التاسع عشر أن الكائنات الحية، مثل النباتات والبادنا الظاهرة في الشكل 1، تقوم بإنتاج مجموعة متنوعة هائلة من مركبات الكربون. أطلق علماء الكيمياء على هذه المركبات اسم المركبات العضوية لأن الكائنات الحية هي التي أنتجتها.

النظرية الحيوية بعد قبول النظرية الذرية لدالتون في أوائل القرن التاسع عشر، أدرك علماء الكيمياء أن المركبات، بما في ذلك تلك التي أنتجتها الكائنات الحية، تكونت من ترتيبات الذرات التي ارتبطت معًا لتكوّن تركيبات معينة. وتمكنوا بهذا من تركيب العديد من المواد الجديدة والمعقدة. مع ذلك، لم يكن العلماء قادرين على تركيب المركبات العضوية. توصّل العديد من العلماء إلى استنتاج غير صحيح من أنهم لم يتمكنوا من تركيب المركبات العضوية بسبب طبيعتها الحيوية. ووفقًا للنظرية الحيوية، تمتلك الكائنات الحية "قوة حيوية" غامضة تمكنها من تركيب مركبات الكربون.

دحض النظرية الحيوية لقد كان الكيميائي الألماني فريدريك فولر (1800-1882) أول عالم يدرك أنه قام بإنتاج مركب عضوي، يسمى يوريا، عن طريق التركيب في المختبر. لم تتم تجربة فولر بدحض فكرة النظرية الحيوية على الفور، لكنها دفعت بسلسلة من تجارب مماثلة قام بها علماء كيمياء آخرون في أوروبا. في نهاية المطاف، تم دحض فكرة أن تركيب المركبات العضوية يتطلب قوة حيوية وأدرك العلماء أنه يمكن تركيب المركبات العضوية في المختبر.

■ **الشكل 1** تحتوي الكائنات الحية على مجموعة متنوعة من المركبات العضوية كما أنها تتكون من هذه المركبات العضوية وتقوم بإنتاجها.
حدّد اثنين من المركبات العضوية التي تمت بدراستها في مادة العلوم سابقًا.

حقوق النشر © مؤسسة ماكجرو هيل للتعليم

التدريس المتمايز

متعلمون فوق المستوى إنّ فريدرش فولر كيميائي ألماني قام بتصنيع مركّب عضوي يُعرف باليوريا من مادة غير عضوية هي ثيوسيانات الأمونيوم عام 1828، ما ساعد في إنهاء النظرية الحيوية. في العام 1835، صرّح قائلاً "أوشكت الكيمياء العضوية حاليًا أن تفتوني إلى الجنون. إنّها تبدو بالنسبة إليّ كغابة استوائية بدائية مليئة بالمميزات، غابة لانهائية مرعبة لا يتجرأ أحد على دخولها، إذا تبدو وكأنّ لا سبيل للخروج منها". اسأل الطلاب القيام بمناقشة العلاقة بين عبارة فولر وطلاب الكيمياء في الوقت الحاضر. ق م التعلم التعاوني

الكيمياء العضوية يتم استخدام عبارة **مركب عضوي** لكافّة المركبات التي تحتوي على الكربون، مع استثناء أساسي لمركبات أكاسيد الكربون، والكربيد، والكربونات، لكونها تعتبر غير عضوية. ولأن هناك الكثير من المركبات العضوية، فقد تم تخصيص فرع كامل من الكيمياء، يسمى الكيمياء العضوية، مخصص لدراستها.

تذكر أن الكربون هو عنصر في مجموعة 14 من الجدول الدوري، كما هو مبين في الشكل 2. يقوم الكربون ذو الترتيب الالكتروني $1s^2 2s^2 2p^2$، بشكل شبه دائم بمشاركة إلكتروناته، مكوناً اربع روابط تساهمية. في المركبات العضوية، ترتبط ذرات الكربون مع ذرات الهيدروجين أو مع ذرات العناصر الأخرى القريبة من الكربون في الجدول الدوري، خاصةً النيتروجين، والأكسجين والكبريت والفوسفور، والهالوجينات.

إنّ الأمر الأكثر اهميّة، هو أن ذرات الكربون ترتبط أيضًا مع ذرات الكربون الأخرى مكونة سلاسل من ذرتي كربون الى ملايين الذرات. أيضا، نظرًا لكون الكربون يكوّن أربعة روابط، فإنه بذلك يكوّن تركيبات مستقيمة، وتركيبات ذات سلاسل متفرعة، وتركيبات حلقية، وحتى تركيبات شبيهة بالأقفاص. ومع كل احتمالات الربط هذه، فقد حدد علماء الكيمياء الملايين من المركبات العضوية المختلفة ويحومون بتركيب المزيد كل يوم.

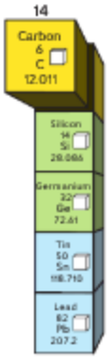
☑ **التأكد من فهم النص** اشرح السبب في تكوين الكربون للعديد من المركبات.

الهيدروكربونات

إنّ أبسط المركبات العضوية هي **الهيدروكربونات**، مركبات تحتوي فقط على العنصرين الكربون والهيدروجين. كم عدد المركبات المختلفة التي يمكن أن يكوّنها عنصرين برأيك؟ قد يتبادر إلى ذهنك أنه لا يمكن تكوين إلا عدد قليل من المركبات. إلا أنه، يوجد الآلاف من الهيدروكربونات، التي يحتوي كل منها على العنصرين الكربون والهيدروجين فقط. يتكوّن أبسط هيدروكربون، CH_4، من ذرة كربون مرتبطة مع أربع ذرات هيدروجين. تسمّى هذه المادة الميثان، وهي وقود ممتاز ويعتبر المكون الرئيس للغاز الطبيعي، كما هو مبين في الشكل 3.

☑ **التأكد من فهم النص** اذكر استخدامين لغاز الميثان أو الغاز الطبيعي في منزلك أو في مجتمعك.

■ **الشكل 2** يقع الكربون في المجموعة 14 من الجدول الدوري. ويمكنه أن يرتبط مع أربعة عناصر أخرى ويكوّن الآلاف من المركبات المختلفة.



■ **الشكل 3** الميثان—مادة هيدروكربونية موجودة في الغاز الطبيعي—إنه الهيدروكربون ذو التركيب الأبسط. حدّد بالإضافة إلى الهيدروجين، ما العناصر الأخرى التي ترتبط بسهولة مع الكربون؟

2 التدريس

تطبيقات في الكيمياء

مناجم الفحم ينبعث غاز الميثان الذي تكوّن إلى جانب الفحم، في مناجم الفحم الموجودة تحت الأرض. قد تتسبّب شرارة صغيرة في حدوث انفجار في حال تراكم غاز الميثان. ليس للميثان لون ولا رائحة ولا مذاق، ما يجعل اكتشافه صعبًا.

في الماضي، غالبًا ما كان عمال المناجم يصطحبون طائر كناري أو حيوان صغير آخر لاختبار الهواء تحت الأرض. تتمتع الطيور وحيوانات صغيرة أخرى بمعدل أيض مرتفع، لذا فإنّها تكون أكثر حساسية لانخفاض مستويات الأكسيجين مقارنة بالإنسان. إنّ موت طائر الكناري الخاص بعامل المنجم أو فقدانه وعيه، كان بمثابة إشارة لعمّال المنجم، إلى ضرورة إخلاء المنجم إلى حين تبدّد غاز الميثان.

تتوفر حاليًا أدوات حديثة لاكتشاف الميثان؛ مع ذلك، يجب استخدام الوسائل الحديثة لاكتشاف الميثان بحذر، علمًا بأنّها نسبة فعاليتها لا تكون دائمًا 100%.

☑ **التأكد من فهم النص** يكوّن الكربون العديد من المركّبات، بسبب قدرته على تكوين أربع روابط تساهمية مع ذرات أخرى، بما في ذلك ذرات كربون أخرى.

☑ **التأكد من فهم النص** الإجابات المحتملة: تدفئة المنازل والشواء في الخارج

■ **سؤال الشكل 3**
نيتروجين وأكسجين وكبريت وفوسفور وهالوجين

التدريس المتمايز

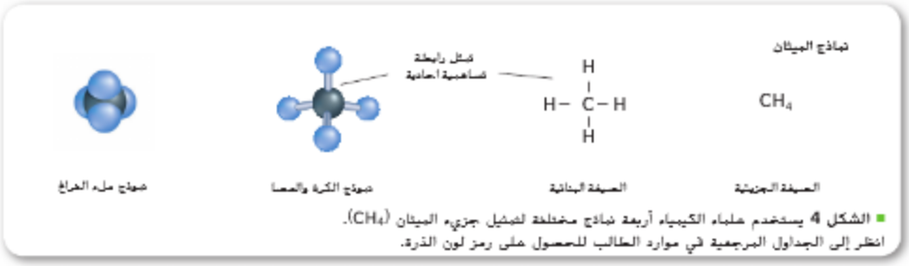
متعلمون فوق المستوى كلّف مجموعة من المتعلمين فوق المستوى بإجراء بحث حول النظرية الحيوية وإعداد عرض توضيحي شفهي حوله. يجب أن يشرح الطلاب، خلال العرض التوضيحي الشفهي، النظرية وكيف تمّ دحضها، وكيف أدّى رفض هذه النظرية إلى تغيّر التفكير العلمي. شجّع المجموعة على إعداد وسائل مساعدة مرئية، لاستخدامها أثناء عرضهم التوضيحي. ف م التعلم التعاوني

عرض توضيحي سريع

الاختلاف في الحجم

استخدم ولّاعة محمولة تحتوي على غاز البيوتان لتوضيح الفرق الهائل بين حجم الهيدروكربون السائل والمركّب نفسه في حالته الغازية. املأ مخبار كبير مدرج بالماء وقم بقلبه في وعاء من الماء. قم بإمالة المخبار برفق ووضع ولّاعة غاز البيوتان أسفل الماء بحيث يدخل البيوتان عند إطلاقه إلى المخبار ويحلّ محل الماء. أفرغ محتويات الولّاعة في المخبار، واسأل الطلاب القيام بتسجيل حجم الغاز الناتج. افتح الولّاعة الفارغة، وقم بقياس حجم الماء اللازم لملء الولّاعة. اسأل الطلاب القيام بمقارنة أحجام السائل والغاز. **تحذير: تأكد من عدم وجود ألسنة لهب مكشوف في الغرفة. قم بإجراء عرض توضيحي سريع في غرفة جيدة التهوية أو في خزانة الغازات.** ص م

التأكد من فهم النص عمل علماء الكيمياء في مطلع القرن التاسع عشر على اختبار الدهون الحيوانية والزيوت النباتية لمعرفة ما إذا كانت تتفاعل مع البروم. سمّيت الهيدروكربونات التي تفاعلت مع البروم الهيدروكربونات غير المشبعة، بينما سمّيت الهيدروكربونات التي لم تتفاعل مع البروم الهيدروكربونات المشبعة.



■ **الشكل 4** يستخدم علماء الكيمياء أربعة نماذج مختلفة لتمثيل جزيء الميثان (CH_4). انظر إلى الجداول المرجعية في موارد الطالب للحصول على رمز لون الذرة.

النماذج والهيدروكربونات يمثّل علماء الكيمياء الجزيئات العضوية بأساليب متنوعة. يظهر الشكل 4 أربع طرق مختلفة لتمثيل جزيء الميثان. يتم تمثيل الروابط التساهمية بخط مستقيم أحادي يدل على اثنين من الإلكترونات المشتركة. في معظم الأحيان، يستخدم علماء الكيمياء نوع النموذج الذي يظهر بشكل أفضل المعلومات التي يرغبون في تسليط الضوء عليها. يبيّن الشكل 4، أنّ الصيغ الجزيئية لا تعطي أي معلومات حول هندسة الجزيء. وتظهر الصيغة البنائية الترتيب العام للذرات في الجزيء لكنها لا تظهر التشكيل ثلاثي الأبعاد بدقة. يظهر نموذج الكرة والعصا هندسة الجزيء بشكل واضح، لكنّ نموذج ملء الفراغ يعطي صورة أكثر واقعية لما قد يبدو عليه الجزيء عند رؤيته. أثناء النظر إلى النماذج، ضع في الاعتبار أن الذرات تظل متحاربة بسبب روابط مشاركة الإلكترونات.

روابط الكربون–الكربون المتعددة يمكن لذرات الكربون أن يرتبط بعضها مع بعض، ليس فقط عن طريق روابط تساهمية أحادية ولكن أيضًا عن طريق الروابط التساهمية الثنائية والثلاثية، كما هو مبين في الشكل 5. تذكر أنه في الرابطة الثنائية، تقوم الذرات بمشاركة اثنين من أزواج الإلكترونات، في الرابطة الثلاثية، تقوم الذرات بمشاركة ثلاثة أزواج من الإلكترونات.

في القرن التاسع عشر، قبل أن يفهم علماء الكيمياء الروابط وتركيب المواد العضوية، قاموا بالتجربة على الهيدروكربونات التي تم الحصول عليها من تسخين الدهون الحيوانية والزيوت النباتية. وقاموا بتصنيف هذه الهيدروكربونات وفقًا لاختبار كيميائي قاموا فيه بخلط كل هيدروكربون مع البروم ثم قاموا بقياس كمية البروم التي تفاعلت مع الهيدروكربونات. قد تتفاعل بعض الهيدروكربونات مع كمية صغيرة من البروم، والبعض الآخر قد يتفاعل مع كمية أكبر، مع احتمال عدم تفاعل بعضها مع أي كمية من البروم. قام علماء الكيمياء بتسمية الهيدروكربونات التي تفاعلت مع البروم بالهيدروكربونات غير المشبعة بطريقة مماثلة لقدرة محلول مائي غير مشبع لإذابة مقدارٍ أكبر من المذاب. واعتبرت الهيدروكربونات التي لم تتفاعل مع البروم بأنها هيدروكربونات مشبعة.

يمكن لعلماء الكيمياء في يومنا هذا أن يشرحوا النتائج التجريبية التي تم الحصول عليها قبل 170 عامًا. فالهيدروكربونات التي تفاعلت مع البروم لها روابط تساهمية ثنائية أو ثلاثية. أما المركبات التي لم تتفاعل مع البروم فإنّ لها روابط تساهمية أحادية فقط. إنّ الهيدروكربون الذي لديه روابط أحادية فقط، يعرف اليوم باسم **الهيدروكربون المشبع**. أمّا الهيدروكربون الذي يكون له على الأقل رابطة ثنائية أو رابطة ثلاثية بين ذرات الكربون، فهو يعرف باسم **الهيدروكربون غير المشبع**. سوف تتعلم المزيد عن هذه الأنواع المختلفة من الهيدروكربونات في وقت لاحق في هذه الوحدة.

التأكد من فهم النص اشرح أصل المصطلحين، الهيدروكربونات المشبعة و الهيدروكربونات غير المشبعة.

■ **الشكل 5** يمكن للكربون أن يرتبط مع ذرات كربون أخرى في روابط ثنائية وثلاثية. توضح كل من بنية لويس والصيغ البنائية هذه طريقتين للدلالة على الروابط الثنائية والثلاثية.

حقوق الطبع © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

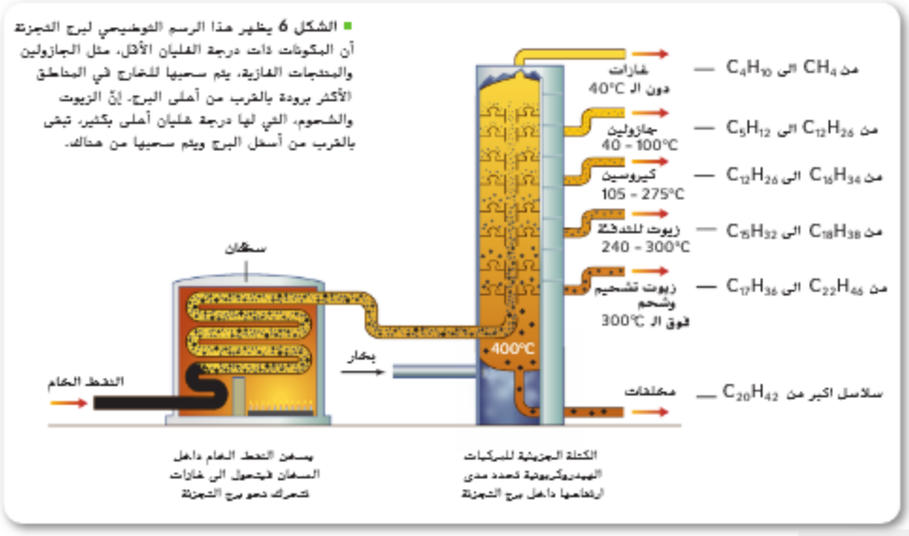
الطلاب دون المستوى سيفهم بعض الطلاب المصطلحين مشبعة وغير مشبعة بشكل أفضل عند دراسة الهيدروكربونات في حال استخدمت تشبيهًا بسيطًا. قارن بين عدم تشبّع منشفة ورقية جافة لا يزال بإمكانها امتصاص الماء، والألكين أو الألكاين الذي قد يتمكن من امتصاص المزيد من الهيدروجين عن طريق تكوين روابط C–H إضافية على حساب روابط مزدوجة أو ثلاثية. بمعنى آخر، فإنّ المركّب يحتوي على ذرات هيدروجين أقل ممّا يمكن أن تستوعب ذرات الكربون فيه. ثم، قارن بين تشبّع منشفة ورقية بالماء، بعد تنظيف انسكاب ما، بالألكان الذي يحتوي بالفعل على كل ذرات الهيدروجين التي بإمكان ذرات الكربون فيه استيعابها. ص م

فصل الهيدروكربونات

اليوم، يتم الحصول على العديد من الهيدروكربونات من الوقود الأحفوري المسمى نفط. تكوّن النفط من بقايا الكائنات الحية الدقيقة التي عاشت في المحيطات منذ ملايين السنين. بمرور الزمن، كوّنت هذه البقايا طبقات سميكة من الرواسب تشبه الطين في قاع المحيط. تحوّل هذا الطين بفعل الحرارة المنبعثة من باطن الأرض والضغوط الهائلة للرواسب المغمورة، إلى صخور طينية غنية بالنفط والغاز الطبيعي. في أنواع معينة من التكوينات الجيولوجية، يتسرب النفط من الصخر الزيتي ويتجمّع في برك عميقة في القشرة الأرضية. إنّ الغاز الطبيعي، الذي تشكّل في نفس الوقت وبنفس الطريقة التي تكوّن بها النفط، يكون متوافرًا عادةً في مواضع تجمّع النفط. يتكوّن الغاز الطبيعي أساسًا من غاز الميثان، لكنه يحتوي أيضًا على كميات صغيرة من الهيدروكربونات الأخرى التي لديها ذرّتين إلى أربع ذرات كربون.

التقطير التجزيئي إنّ النفط خليط معقد يحتوي على أكثر من ألف من المركبات المختلفة، ولهذا السبب، فإنّ النفط الخام، الذي يسمى أحيانًا الزيت الخام، ليس له استخدام عملي يذكر. فالنفط يكون أكثر فائدة للإنسان عندما يتم فصله إلى مكونات أو أجزاء أبسط. يتمّ الفصل من خلال عملية تسمى **التقطير التجزيئي**، وتسمى أيضًا التجزئة. وهي تتضمن عملية غلي النفط وجمع المكونات أو الأجزاء أثناء تكثفها عند درجات حرارة مختلفة. يتم التقطير التجزيئي في برج تجزئة مماثل للبرج المبيّن في الشكل 6.

يتم التحكم في درجة الحرارة داخل برج التجزئة بحيث تبقى قريبة من 400 درجة سيليزية في الجزء السفلي، حيث يغلي النفط، وتقل الحرارة تدريجيًا كلما اتجهنا نحو الأعلى. تنخفض درجات حرارة التكثيف (درجة الغليان) بشكل عام بانخفاض الكتلة الجزيئية. كلما تصاعد بخار الهيدروكربونات الى اعلى برج التجزئة تتكثّف ويتمّ سحبها إلى الخارج، كما هو مبين في الشكل 6.



■ **الشكل 6** يظهر هذا الرسم التوضيحي لبرج التجزئة أن المكونات ذات درجة الغليان الأقل، مثل الجازولين والمنتجات الغازية، يتم سحبها للخارج في المناطق الأكثر برودة بالقرب من أعلى البرج. إنّ الزيوت والشحوم، التي لها درجة غليان أعلى بكثير، تبقى بالقرب من أسفل البرج ويتم سحبها من هناك.

التعلم بالوسائل البصرية

الشكل 6 اسأل الطلاب القيام بفحص الشكل الذي يوضّح المشتقات الأساسية لبرج تجزئة في معمل تكرير نفط. اشرح أنّ عملية التقطير البسيط تمثّل الخطوة الأولى في تحويل الزيت الخام أو البترول إلى مواد مفيدة. كما يعالج العديد من المشتقات بصورة إضافية للحصول على فصل أفضل، أو حتى لتحويل المواد كيميائيًا إلى مركّبات أخرى.

يتم تقطير بعض البقايا الثقيلة من عمود التجزئة مرة أخرى أسفل فراغ. سيؤدي خفض الضغط على السائل إلى خفض درجة غليانه. يعني هذا أنّ بالإمكان فصل المشتقات الثقيلة بصورة إضافية من دون الحاجة لاستخدام درجات حرارة مرتفعة قد تتسبب في انحلالها، ثم تستخدم للحصول على أنواع من زيوت التشحيم، أو يتم خلطها بالوقود الصناعي، أو تُنقل إلى وحدة التكسير، للتحويل الكيميائي إلى ألكينات باستخدام الحرارة والحفّازات. ش م

عرض توضيحي سريع

التقطير استخدم أدوات التقطير في المختبر لتوضيح عملية فصل مكوّنات عن خليط ما. استخدم الماء المالح باعتباره الخليط، وافصله إلى ملح وماء مقطر. عندما تشارف عملية التقطير على الاكتمال، اسأل الطلاب عما تبقى في الإناء. ماء مالح **مركّز** اسأل الطلاب عن تركيب الماء المقطر. ماء مقطّر ش م

التنوّع الثقافي

تقطير العطور في الهند القديمة لقد تمّ تطبيق المعرفة بالكيمياء منذ العصور القديمة، في تقطير العطور والمراهم في منطقة وادي الأندس في باكستان، وفي الهند وأفغانستان. وقد تضمّنت العطور الناتجة عن التقطير، زيت الصندل والمسك والتمر الهندي والكافور. كانت هذه العطور الطبية الرائحة تُرش على الملوك أثناء مراسم التتويج، وكانت المراهم العطرية من شجرة الصندل تستخدم أثناء الاغتسال للمراسم.

■ **الشكل 7** تقوم أبراج التقطير التجزيئي بفصل كميات كبيرة من النفط إلى مكونات قابلة للاستخدام. إنّ الآلاف من المنتجات التي نستخدمها في منازلنا، وفي العمل، وفي الصناعة هي من نواتج تكرير النفط.

استدلّ ما هي أنواع الانبعاثات التي يجب أن تتحكم فيها المصافي لحماية البيئة؟

الشكل 6 يعطي أيضًا أسماء المشتقات الأخرى التي يتم فصلها من النفط، بالإضافة إلى درجات غليانها، ونطاق حجم المادة الهيدروكربونية، استخداماتها الشائعة. قد تتعرف على بعض المشتقات لأنك تستخدمها كل يوم. لسوء الحظ، فإنّ أبراج التقطير التجزيئي، المبيّنة في الشكل 7، لا تنتج اجزاء الكسور المختلفة بنفس النسب المطلوبة. فعلى سبيل المثال، نادرًا ما ينتج التقطير كمية الجازولين المطلوبة. مع ذلك، فإنه ينتج كمياتٍ من الزيوت الثقيلة أكثر من متطلبات السوق.

قبل عدة سنوات، طوّر علماء كيمياء النفط والمهندسون عملية للموامة بين العرض والطلب. إنّ العملية التي يتم فيها تحويل المشتقات الأثقل إلى جازولين عن طريق كسر الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أصغر تسمّى **التكسير**. يتم التكسير في غياب الأكسجين وفي وجود الحفاز. بالإضافة إلى تكسير الجزيئات الهيدروكربونية الثقيلة إلى جزيئات في نطاق الحجم المطلوب للجازولين، فإنّ التكسير ينتج أيضًا مواد لصنع العديد من المنتجات المختلفة، بما في ذلك المنتجات البلاستيكية والأشرطة، والألياف الصناعية.

التأكد من فهم النص صِف العملية التي يتم فيها تكسير الهيدروكربونات ذات السلسلة الكبيرة إلى هيدروكربونات ذات سلسلة اصغر ومطلوبة بشكل اوسع.

تصنيف الجازولين لا يكون أي من المشتقات النفط مادة نقية. كما يظهر في الشكل 6، فالجازولين ليس مادة نقية، بل خليط من الهيدروكربونات. إنّ جزيئات الجازولين، تحتوي على روابط تساهمية احادية وعدد ذرات الكربون في جزيئاتها تتراوح من 5–12 ذرة. مع ذلك، فإن الجازولين الذي يتم ضخه في السيارات اليوم يختلف عن الجازولين المستخدم في السيارات في أوائل القرن التاسع عشر. لقد تم تعديل الجازولين الذي يتطر من النفط عن طريق تعديل تركيبته وإضافة مواد لتحسين أدائه في محركات السيارات الحديثة وللحد من التلوث الناتج من عوادم السيارات.

إنّ من الأهمية بمكان، أن يشتعل خليط الجازولين والهواء في اسطوانة محرك السيارة تمامًا في اللحظة المناسبة ويحترق بالتساوي. إذا ما تمّ الاشتعال في وقت مبكر جدًا أو متأخر جدًا، فسوف يتبدّد الكثير من الطاقة، وستنخفض فعاليّة الوقود، وسوف يتلف المحرك قبل أوانه. إنّ معظم الهيدروكربونات ذات السلاسل المستقيمة تحترق بشكل غير متساوٍ، وتميل إلى الإشتعال بفعل الحرارة والضغط، قبل أن يصل المكبس إلى الموضع الصحيح وقبل احتراق شمعة الاحتراق. يؤدي هذا الاحتراق المبكر إلى أزيز تردد أو هبوطاء تسمى الخبط.

مهنٌ في الكيمياء

فني النفط يستخدم فني العلوم هذا أدوات لقياس وتسجيل المعلومات الفيزيائية والجيولوجية حول آبار النفط أو الغاز. فعلى سبيل المثال، يمكن لفني النفط أن يختبر عينة جيولوجية لتحديد محتويات النفط ومعادنه او عناصر مكوناته.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

...لفية عن المحتوى

...قم الأوكتان قد يفاجأ الطلاب عندما ...لمون أنّ رقم الأوكتان غير مرتبط بالأكان ...ي يحتوي على 8 ذرات كربون بطريقة ...اشرة، وأنّ الألكان ذو السلسلة المستقيمة ...سّى أوكتان. لقد تم وضع درجات الأوكتان ...ول مرة، من خلال تعيين الدرجة صفر ...يبتان، الذي كان يعرف بالتسبّب في ...حتراق المبكر في اسطوانة الاحتراق في ...حرك، وبالرقم 100 لـ4 , 2 , 2– ثلاثي ...ثيل البنتان، الذي كان يتميّز بأفضل ...صائص احتراق عند إجراء الاختبارات ...ولى. لقد اشتهر مركّب 4 , 2 , 2– ثلاثي ...ثيل البنتان بإسم أيزو أوكتان، وقد أطلق ...يه الفنّيّون الذين اختبروا الجازولين اسم ...كتان عن طريق الخطأ. إنّ أداء الجازولين ...م 90 وأداء خليط مكوّن من 90% من ...زو أوكتان و 10% من الهبتان هو نفسه ...ريبًا. اليوم، أصبح بالإمكان إضافة مركّبات ...ن الجازولين لإنتاج أرقام أوكتان أكبر من 10.

التقويم

الأداء كلّف الطلاب بإجراء بحث ...عداد وسيلة مساعدة بصرية، ملصق أو ...رض شرائح توضيحي على سبيل المثال، ...رح أرقام الأوكتان. ينبغي أن تتضمن ...يلة المساعدة المرئية معلومات حول ...اعي إيثيل الرصاص في الجازولين ...طريقة تأثيره في أرقام الأوكتان. ش م خ م

سؤال الشكل 7 هواء وماء وتربة

التأكد من فهم النص إنّ التكسير هو عملية يتم خلالها تكسير الهيدروكربونات ذات السلسلة الكبيرة إلى هيدروكربونات ذات سلسلة أصغر. تحدث هذه العملية في حال وجود حفّاز وانعدام الأكسيجين.

دفتر الكيمياء

تكرير النفط اسأل الطلاب القيام بتحديد موقع مصفاة تكرير النفط الأقرب إلى منازلهم. كلّفهم بالاتصال بمصفاة التكرير للحصول على معلومات حول المنتجات التي يتم إنتاجها في الشركة، وعدد براميل الزيت الخام التي تكرّرها الشركة شهريًا. يجب أن يسجل الطلاب ملخصًا لنتائجهم في دفاترهم اليومية. خ م

مشروع الكيمياء

أنواع الوقود كلّف الطلاب بإجراء بحث حول أوجه الاختلاف بين أنواع الوقود. كلّفهم بتضمين بحثهم معلومات حول أنواع وقود الجازولين المتعددة، المستخدمة في السيارات والشاحنات ووقود الديزل وأنواع الوقود المستخدمة في الطائرات وسيارات السباق. شجّع الطلاب على تضمين بحثهم أنواع الوقود الأخرى التي يكتشفونها أثناء البحث. كلّفهم بإعداد ملصق يشرح تركيب أنواع الوقود المختلفة. خ م

■ **الشكل 8** يتم استخدام رقم الأوكتان لإعطاء تقييم لمقاومة خبط الوقود. إنّ رقم الأوكتان في الجازولين متوسط الدرجة المستخدم للسيارات هو 89 تقريبًا. أمّا رقم الأوكتان لوقود الطائرات فهو 100 تقريبًا، ورقم الأوكتان لوقود سيارات السباق هو 110 تقريبًا.

في أواخر عام 1920، تم إعداد نظام للجازولين لتحديد مقاومة الخبط، أو رقم أوكتان، مما أدى إلى انتشار رقم الأوكتان على مضخات الجازولين مثل تلك التي تظهر في **الشكل 8**. إن الجازولين متوسط الدرجة المستخدم اليوم له تصنيف بحوالي 89. في حين أن أرقام الجازولين الممتاز تصل إلى 91 أو أعلى. هناك عدة عوامل تحدد رقم الأوكتان الذي تحتاجه السيارة، بما في ذلك مستوى ضغط المكبس على خليط الهواء والجازولين ومستوى ارتفاع مكان قيادة السيارة.

السياق بسيط **بعلم الأرض** منذ العصور القديمة، وجد الناس النفط يتسرب من الشقوق في الصخور. تظهر السجلات التاريخية أن النفط قد استخدم على مدى أكثر من خمسة آلاف سنة. خلال القرن التاسع عشر، منذ دخلت الولايات المتحدة عصر الآلة وازداد عدد سكانها، ازداد أيضًا الطلب على المنتجات النفطية، الكيروسين بشكلٍ خاص، للإضاءة ومواد تشحيم الآلات. في محاولة منه للعثور على إمدادات مضمونة للنفط، حفر إدوين دريك أول بئر للنفط في الولايات المتحدة في ولاية بنسلفانيا، في العام 1859. ازدهرت صناعة النفط لبعض الوقت، لكن عندما اخترع توماس إديسون الكهرباء في العام 1882، خشي المستثمرون أن تكون صناعة النفط الى الزوال. إلا أن اختراع السيارات في العام 1890 أنعش هذه الصناعة على نطاق واسع.

القسم 1 مراجعة

ملخص القسم

- تحتوي المركبات العضوية على الكربون، وهو قادر على تشكيل سلاسل مستقيمة وسلاسل متفرعة.
- إنّ الهيدروكربونات مواد عضوية تتكون من الكربون والهيدروجين.
- إنّ المصادر الرئيسة للهيدروكربونات هي النفط والغاز الطبيعي.
- يمكن فصل النفط إلى مكوناته عن طريق عملية التقطير التجزيئي.

1. الفكرة الرئيسة حدّد ثلاثة استخدامات للهيدروكربونات كمصدر للطاقة والمواد الخام.
2. اذكر اسم مركب عضوي واشرح ما الذي يدرسه عالم الكيمياء.
3. حدّد ما الذي يبرزه كل من نماذج الجزيئات الأربعة حول الجزيء.
4. قارن وقابل بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة.
5. صِف عملية التقطير التجزيئي.
6. استدلّ توصف بعض منتجات الزيت بـ "الزيوت النباتية المهدرجة"، هي زيوت تفاعلت مع الهيدروجين في وجود حفاز. أنشِء فرضية لتفسير السبب في تفاعل الهيدروجين مع الزيوت.
7. فسّر البيانات ارجع إلى **الشكل 6**. أيّ من خصائص الجزيئات الهيدروكربونية ترتبط بلزوجة جزيء معين عندما يتم تبريده لتوازي درجة حرارته درجة حرارة الغرفة؟

التقويم

المعرفة اسأل الطلاب القيام بسرد المشتقات التي تم فصلها عن البترول في عمود تجزئة وتسميتها بترتيب تصاعدي لدرجة الغليان. تتمثّل المشتقات في غازات البترول (1 إلى 4 ذرات كربون)، والجازولين (5 إلى 12 ذرة كربون)، والكيروسين (12 إلى 16 ذرة كربون)، وزيت التدفئة (15 إلى 18 ذرة كربون)، وزيت التشحيم (17 ذرة كربون أو أكثر)، وبقايا (20 ذرة كربون أو أكثر). ش م

3 التقويم

التأكد من الفهم

كلّف الطلاب المقارنة والمقابلة بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة. ش م

إعادة التدريس

اسأل الطلاب عن سبب استخدام علماء الكيمياء أربع طرقٍ مختلفة لنمذجة الهيدروكربون. توفّر النماذج الأربعة المختلفة أنواعًا مختلفة من المعلومات حول الجزيء. ش م

التوسّع

كلّف الطلاب برسم ثلاثة نماذج مختلفة لغاز الميثان وذكر ميزة واحدة لاستخدام كل نموذج. ش م

القسم 1 مراجعة

1. **الاستخدامات المحتملة:** وقود لتدفئة المنازل ومواد خام لتصنيع منتجات بلاستيكية وأشرطة وأقمشة صناعية
2. **الإجابة المحتملة:** الميثان؛ يقوم أحد علماء الكيمياء العضوية بدراسة كل المركّبات التي تحتوي على كربون باستثناء أكاسيد الكربون والكربيدات والكربونات.
3. تبيّن الصيغة الجزيئية الذرات الموجودة في الجزيء؛ أمّا الصيغة البنائية فتبيّن الترتيب العام للذرات. يبين نموذج الكرة والعصا الهندسة. يبين نموذج ملء الفراغ صورة واقعية لما قد يبدو عليه الجزيء.
4. إنّ الهيدروكربونات المشبعة هي مركّبات هيدروكربونية تحتوي فقط على روابط أحادية بين ذرات الكربون؛ أمّا الهيدروكربونات غير المشبعة، فهي هيدروكربونات تحتوي على رابطة مزدوجة أو ثلاثية واحدة على الأقل بين ذرات الكربون.
5. إنّ التقطير التجزيئي هو عملية يتم خلالها فصل البترول إلى مجموعات من المكوّنات، باستخدام درجات الغليان كآلية فصل.
6. **الفرضية المحتملة:** تتفاعل الزيوت مع الهيدروجين عندما تتكسّر روابط مزدوجة أو ثلاثية وترتبط ذرات الهيدروجين بالجزيء.
7. كلما ازداد عدد ذرات الكربون في السلسلة، ازدادت لزوجة الجزيء.

التركيز

فكرة الرئيسة

ابط أحادية اطلب إلى الطلاب تعريف ابطة الأحادية. مشاركة إلكترونيْن بين تيْن اسأل الطلاب عن طريقة تمثيل وابط الأحادية في نماذج الجزيء. عبر ط أو شرطة قصيرة يستخدم للربط ن ذرتيْن أو نقطتين بين ذرتيْن أخبر لطلاب أنّ الهيدروكربون الذي يحتوي على بط أحادية فقط في تركيبه الجزيئي مّى ألكانًا. ص م

التدريس

عرض توضيحي سريع

أمثلة الألكانات تعرّف على نوع الغاز المستخدم في التجربة. تستخدم غالبية التجارب الغاز الطبيعي أو البروبان. اعرض للطلاب مثالَيْن للألكانات. احصل على ولّاعة للاستعمال مرة واحدة وأعِد موقد بنزن. أخبر الطلاب أنّ كلًّا من الولّاعة وموقد بنزن يستخدمان الألكان كوقود، إذ تستخدم الولّاعة البيوتان ويستخدم موقد بنزن الغاز الطبيعي أو البروبان. اطلب من الطلاب المقارنة بين اللهبيْن. يجب أن يبدو اللهبان متماثلين. ويعود اختلاف اللون إلى خليط الأكسيجين/الغاز. ص م

الألكانات

الفكرة الرئيسة الألكانات هي هيدروكربونات تحتوي على روابط أحادية فقط.

الأسئلة الرئيسة

- كيف تُسمى الألكانات من خلال صيغها البنائية؟
- كيف تُرسم الصيغ البنائية للألكانات إذا أعطيت أسماءها؟
- ما خصائص الألكانات؟

مفردات للمراجعة

الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC هو مجموعة دولية تساعد على التواصل بين الكيميائيين من خلال وضع قواعد ومعايير في مجالات مثل التسمية والمصطلحات والأساليب المعيارية الكيميائية

مفردات جديدة

الألكان	alkane
سلسلة متجانسة	homologous series
السلسلة الأم	parent chain
المجموعة البديلة	substituent group
الهيدروكربون الحلقي	cyclic hydrocarbon
الألكان الحلقي	cycloalkane

الكيمياء في حياتك هل سبق لك ان استخدمت لهب بنزن أو موقد غاز في الخارج؟ إذا كنت قد استخدمتها، فهذا يعني أنك قد استخدمت الألكان. الغاز الطبيعي والبروبان هما النوعان الأكثر شيوعًا من الغازات في هذه التطبيقات، وكلاهما من الألكانات.

الألكانات ذات السلسلة المستقيمة

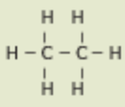
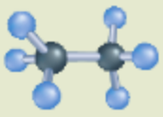
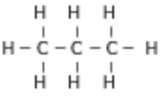
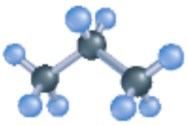
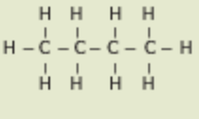
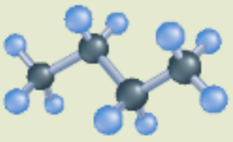
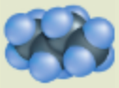
الميثان هو أصغر مركّب في سلسلة هيدروكربونات معروفة باسم الألكانات. وهو يُستخدم كوقود في المنازل ومختبرات العلوم ويتكون نتيجة لحدوث العديد من العمليات الحيوية. **الألكانات** هي هيدروكربونات تحتوي على روابط أحادية فقط بين الذرات. ابحث في الصم 1 لاستعراض النماذج المختلفة لغاز الميثان. يُبيّن الجدول 1 نماذج الإيثان (C_2H_6). وهو المركب الثاني في سلسلة الألكانات. يتكون الإيثان من ذرتي كربون مرتبطتين معًا برابطة أحادية وست ذرات هيدروجين تتشارك إلكترونات التكافؤ المتبقية في ذرّتي الكربون.

اما المركب الثالث من سلسلة الألكانات، وهو غاز البروبان، فلاث ذرات كربون وثمان ذرات هيدروجين، لتكون صيغته الجزيئية هي C_3H_8. أمّا المركب التالي في السلسلة فهو البيوتان،ولديه أربع ذرات كربون وصيغته الكيميائية هي C_4H_{10}.

قارن بين الصيغ البنائية لكل من الإيثان والبروبان والبيوتان المبيّنة في الجدول 1.

يُباع البروبان، المعروف أيضا بالرمز LP (وهو يعني البروبان المسال) كوقود للطهي والتدفئة. ويُستخدم البيوتان كوقود للحداحات الصغيرة وفي بعض المشاعل. كما أنه يُستخدم في صناعة المطاط الصناعي.

الجدول 1 **الألكانات البسيطة**

الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	نموذج الكرة والعصا	نموذج ملء الفراغ
الإيثان (C_2H_6)			
البروبان (C_3H_8)			
البيوتان (C_4H_{10})			

حقوق الطبع © محفوظة لصالح مؤسسة ماكجرو هيل للتعليم

دفتر الكيمياء

أسماء الألكان وضّح للطلاب أنّه على الرغم من أنّ أسماء الألكانات التي تحتوي على خمس ذرات كربون أو أكثر تشتمل على مفردات مشتقة من اليونانية أو اللاتينية للتعبير عن عدد ذرات الكربون، إلا أنّ الألكانات الصغيرة تتم تسميتها باستخدام مصادر مختلفة. كلّف الطلاب القيام ببحث عن أصول المفردات المستخدمة للألكانات التي تشتمل على ذرة إلى أربع ذرات كربون في السلسلة. يجب عليهم تضمين المعلومات التي يحصلون عليها في دفاتر الكيمياء لديهم. ص م

الجدول 2 الألكانات العشر الأولى من سلسلة الألكانات

الاسم	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية المكثفة
ميثان	CH_4	CH_4
إيثان	C_2H_6	CH_3CH_3
بروبان	C_3H_8	$CH_3CH_2CH_3$
بيوتان	C_4H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
بنتان	C_5H_{12}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$
هكسان	C_6H_{14}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
هبتان	C_7H_{16}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
أوكتان	C_8H_{18}	$CH_3(CH_2)_6CH_3$
نونان	C_9H_{20}	$CH_3(CH_2)_7CH_3$
ديكان	$C_{10}H_{22}$	$CH_3(CH_2)_8CH_3$

تسمية الألكانات ذات السلسلة المستقيمة من المرجح أنك لاحظت حتّى الآن، أن أسماء الألكانات تنتهي باللاحقة ان. كما أن الألكانات التي تحتوي على خمس ذرات كربون أو أكثر في السلسلة تُسمى بأسماء تستخدم بادئة مشتقة من الكلمة اليونانية أو اللاتينية التي تشير إلى عدد ذرات الكربون في كل سلسلة. على سبيل المثال، يحتوي البنتان على خمس ذرات كربون مثلما يحتوي الشكل الخماسي على خمسة أضلاع. ويحتوي الأوكتان على ثمان ذرات كربون مثلما يتميز الأخطبوط في الإنكليزية Octopus بثمانية مجسات. ونظرًا لأنه تمت تسمية غازات الميثان والإيثان والبروبان والبيوتان قبل اكتشاف بنية الألكانات، فإن أسماءهم لا تحتوي على بادئات عددية. يوضح الجدول 2 أسماء الألكانات العشرة الأولى وصيغها البنائية. لاحظ أن البادئة التي تحتها خط تمثل عدد ذرات الكربون في الجزيء.

في الجدول 2 يمكنك أن تلاحظ أن الصيغ البنائية مكتوبة بطريقة مختلفة عن الصيغ الموجودة في الجدول 1. فهذه الصيغ، التي تُسمى الصيغ البنائية المختصرة، توفر المساحة من خلال عدم إظهار كيفية تفرع ذرات الهيدروجين من ذرات الكربون. ويمكن كتابة الصيغ المختصرة بعدة طرق. في الجدول 2، تم حذف الخطوط الفاصلة بين ذرات الكربون لتوفير المساحة.

في الجدول 2 يمكنك أن ترى أن $-CH_2-$ تمثل وحدة متكررة في سلسلة ذرات الكربون. لاحظ، على سبيل المثال، أن البنتان يحتوي على $-CH_2-$ واحدة زيادة عن غاز البيوتان. يمكنك كذلك اختصار الصيغ البنائية أكثر عن طريق كتابة الوحدة $-CH_2-$ بين قوسين تليها لاحقة سفلية توضح عدد الوحدات، كما هو الحال مع الأوكتان والنونان والديكان.

ويطلق على سلسلة المركبات التي يختلف بعضها عن بعض بوحدة مكررة اسم **سلسلة متجانسة**. تحتوي السلسلة المتجانسة على علاقة عددية ثابتة بين عدد الذرات. بالنسبة للألكانات، يمكن التعبير عن العلاقة بين عدد ذرات الكربون والهيدروجين بالصيغة C_nH_{2n+2} حيث يساوي n عدد ذرات الكربون في الألكان. ومع معرفة عدد ذرات الكربون في الألكان، يمكنك كتابة الصيغة الجزيئية لأي ألكان. على سبيل المثال، الهبتان يحتوي على سبع ذرات كربون، لذلك فإن صيغته هي $C_7H_{2(7)+2}$، أو C_7H_{16}.

التأكد من فهم النص اكتب الصيغة الجزيئية لألكان يحتوي على 13 ذرة كربون في بنيته الجزيئية.

المفردات

أصل الكلمة

متجانس

في الإنكليزية homologous وهو مشتقّ من الكلمة اليونانية *homologos* وهي تعني الاتفاق

استخدام المصطلحات العلمية

فهم المصطلحات كلّف الطلاب بكتابة عبارات تشرح معنى المصطلحين سلسلة متماثلة ومجموعة بديلة.

م ع

التقويم

المعرفة اطلب إلى كل طالب كتابة سؤال حول المادة التي تم شرحها في هذه المرحلة. واطلب منهم تبادل الأسئلة واختبار أحدهم الآخر. خ م

التعلم التعاوني

مختبر الكيمياء

يمكن تنفيذ التجربة الكيميائية الموجودة في نهاية الوحدة في هذه المرحلة من الدرس.

التقويم

الأداء بعد تعرّف الطلاب على أسماء الألكانات العشرة الأولى ذات السلسلة المستقيمة، خصص أسماء ألكانين لكل طالب. كلّف الطلاب برسم التراكيب الكاملة والمختصرة للألكانات وتصميم نماذج للجزيئات. خ م

التأكد من فهم النص C13H28

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى سيجد بعض الطلاب أنّه من الأسهل تعلم معنى الصيغة العامة للألكانات (CnH2n + 2) إذا استخدموها لتصميم نماذج تراكيب الألكانات. خصّص ألكانًا لكل طالب. واطلب منهم استخدام الصيغة العامة لتوقع عدد ذرات الكربون وذرات الهيدروجين التي سيحتاجونها لتصميم نموذج لذلك الألكان. ثم اطلب منهم تصميم نموذج واختبار توقعاتهم. م ع

سلسلة الألكانات المتفرعة

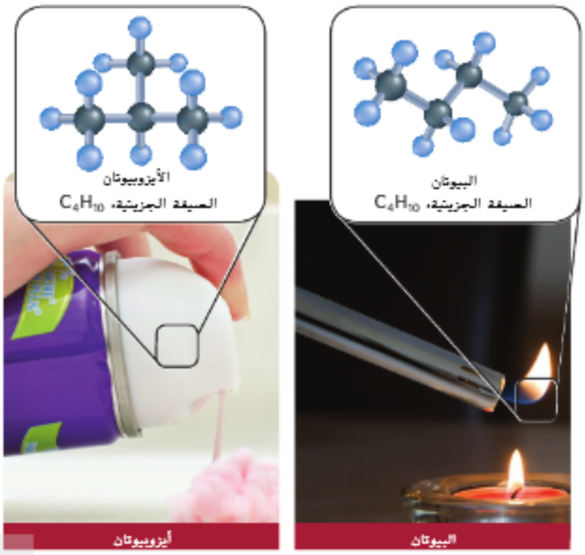
يُطلق على الألكانات التي تمت مناقشتها حتى الآن في هذه الوحدة اسم الألكانات ذات السلاسل المستقيمة بسبب ارتباط ذرات الكربون بعضها مع بعض في خط واحد. انظر الآن إلى الصيغتين البنائيتين الموضحتين في الشكل 9. إذا قمت بإحصاء عدد ذرات الكربون والهيدروجين، فسوف تكتشف أن كلتا البنيتين لهما الصيغة الجزيئيّة نفسها، وهي C_4H_{10}. هل البنيتان الموضحتان في الشكل 9 تمثلان نفس المادة؟

إذا كنت تعتقد أن الصيغتين البنائيتين تمثلان مادتين مختلفتين، فأنت على صواب. تمثل البنية الموضحة على اليمين غاز البيوتان، وتمثل البنية الموضحة على اليسار ألكانًا ذا سلسلة متفرعة اسمه أيزوبيوتان – وهو مادة تختلف عن البيوتان من حيث الخصائص الكيميائية والفيزيائية. قد تكون ذرات الكربون مرتبطة بذرة كربون واحدة أو ذرتين أو ثلاث ذرات أو حتى أربع ذرات كربون أخرى. تُنتج هذه الخاصية مجموعة متنوعة من الألكانات ذات السلاسل المتفرعة.

تذكر أنه يتم استخدام غاز البيوتان في الحداحات والمشاعل. بينما يُستخدم الأيزوبيوتان في كل من المبردات الآمنة بيئيًا وكمادة دافعة في منتجات مثل جل الحلاقة، كما هو مبين في الشكل 9. وبالإضافة إلى هذه الاستخدامات، يُستخدم كل من البيوتان والأيزوبيوتان كمواد خام في الكثير من العمليات الكيميائية.

التأكد من فهم النص صِفْ الفرق في الصيغ البنائية بين البيوتان والأيزوبيوتان.

مجموعات الألكيل قد لاحظت أن الألكانات ذات السلاسل المستقيمة والألكانات ذات السلاسل المتفرعة قد يكون لها الصيغة الجزيئيّة نفسها. وتوضح هذه الحقيقة مبدأً أساسيًا من مبادئ الكيمياء العضوية وهو: يحدد تنظيم الذرات وترتيبها في جزيء عضوي هوية هذا الجزيء. لذلك، يجب أن يصف اسم المركب العضوي التركيب البنائي للمركب بدقة.



■ **الشكل 9** البيوتان هو وقود مستخدم في الحداحات. يستخدم الأيزوبيوتان كمادة دافعة في منتجات مثل جل الحلاقة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

توسّع

طاقة اطلب إلى الطلاب إيجاد مصدر طاقة المستخدم في ندفئة منازلهم. سجيل هذه المعلومات في دفاتر الكيمياء يهم. إذا قاموا بحرق أحد أنواع الوقود، ب عليهم تحديد تركيبة ذلك الوقود سجيله. وإذا استخدموا الكهرباء، اطلب هم إجراء المزيد من البحث للتعرّف لى نوع الوقود الذي يتم حرقه لإنتاج هذه ُهرباء، إن وجد. اسأل الطلاب القيام سم تراكيب المكوّنات الرئيسة لأنواع وقود المستخدمة. ش م

تعلم بالوسائل البصرية

شكل 9 والجدول 3 فكّر في استخدام سومات الهيدروكربونات ذات السلاسل ستقيمة والمتفرّعة لتوضيح مفهوم يزومرات البنائية. للقيام بذلك، حفّز طلاب على رسم تراكيب أو تصميم نماذج ل الجزيئات المحتملة بالصيغة C_5H_{12}. يّهم إلى أنّه يجب أن تحتوي كل ذرة بون على أربع روابط تساهمية أحادية بطها بذرات أخرى. يجب أن يكتشف طلاب ثلاثة تراكيب محتملة، والمبيّنة في شكل 17. ش م

التأكد من فهم النص إنّ البيوتان هو هيدروكربون ذو سلسلة مستقيمة والأيزوبيوتان هو هيدروكربون ذو سلسلة متفرّعة.

عرض توضيحي

احتراق الميثان

الهدف

ملاحظة احتراق الميثان

المواد

كأس سعته 400 mL؛ كأس سعته 150 mL؛ منظف سائل (25 mL)؛ جلسرين (5 mL)؛ سكروز (5 g)؛ أنبوب مطاطي (بطول 1 m)؛ قمع صغير؛ عصا مثرية؛ شمعة؛ أعواد ثقاب؛ صحيفة؛ شريط لاصق

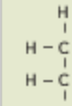
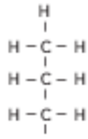
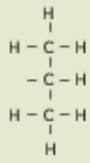
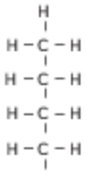
احتياطات السلامة

التخلص من النفايات يمكنك تصريف المحلول في المغسلة.

الإجراء

أعِد محلول فقاعات الصابون بإضافة 160 mL من H_2O و 25 mL من منظف سائل و 5 mL من الجلسرين في كأس سعته 400 mL. في كأس منفصل، قم بإذابة 5 g من السكروز في 60 mL من H_2O. اخلط المحلولين برفق في الكأس الذي سعته 400 mL. قم بإيصال أحد طرفي أنبوب مطاطي بمنفذ غاز والطرف الآخر بقمع صغير. واقلب القمع في خليط الصابون، ثم ارفع القمع من المحلول. ثم، افتح الغاز للحظة لتكوين فقاعة، وقم بتعتيم الغرفة. حرّر الفقاعات بتدوير القمع بشكل جانبي وحركّه برفق. أثناء ارتفاع كل فقاعة إلى أعلى (غاز طبيعي) أو سقوطها إلى أسفل (غاز البروبان)، قم بإشعالها باستخدام شمعة مشتعلة ملتصقة بطرف عصا مثرية. يفضّل تكليف مساعد بإمساك العصا المثرية التي

الجدول 3 **مجموعات الألكيل الشائعة**

الاسم	الميثيل	الإيثيل	البروبيل	الأيزوبروبيل	البيوتيل
الصيغة البنائية المختصرة	CH_3-	CH_3CH_2-	$CH_3CH_2CH_2-$	CH_3CHCH_3	$CH_3CH_2CH_2CH_2-$
الصيغة البنائية					

عند تسمية الألكانات ذات السلاسل المتفرعة، يُطلق على أطول سلسلة متواصلة من ذرات الكربون اسم **السلسلة الأم**. ويُطلق على جميع السلاسل الفرعية الجانبية اسم **المجموعات البديلة** لأنها تبدو وكأنها تحل محل ذرة الهيدروجين في السلسلة المستقيمة. ويُطلق على كل مجموعة بديلة متفرعة من السلسلة الأم اسم الألكان ذو السلسلة المستقيمة التي لها عدد ذرات الكربون نفسه التي تحتوي عليها المجموعة البديلة. ويتم استبدال اللاحقة ان باللاحقة يل. ويُطلق على المجموعات البديلة اسم مجموعة الألكيل. يحتوي الجدول 3 على عدة مجموعات ألكيل.

تسمية الألكانات ذات السلاسل المتفرعة لتسمية المركبات العضوية، يستخدم الكيميائيون القواعد المنهجية التالية المعتمدة من الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC.

خطوة 1. رقّم عدد ذرات الكربون في أطول سلسلة متواصلة. استخدم اسم الألكان ذي السلسلة المستقيمة الذي يحتوي على نفس عدد ذرات الكربون الموجودة باسم السلسلة الأم للصيغة البنائية.

خطوة 2. رقّم كل ذرة كربون في السلسلة الأم. حدد موقع ذرة الكربون الطرفية الأقرب إلى المجموعة البديلة، وسمّها الموقع *1*. تسمح هذه الخطوة بإعطاء جميع مواقع المجموعات البديلة أصغر أرقام ممكنة.

خطوة 3. سمّ كلّ مجموعة ألكيل بديلة. ضع اسم المجموعة قبل اسم السلسلة الأم.

خطوة 4. إذا تكررت مجموعة الألكيل نفسها أكثر من مرة كسلسلة فرعية عن السلسلة الأم، استخدم بادئة (ثنائي، ثلاثي، رباعي، وهكذا) قبل اسمها للإشارة إلى عدد مرات ظهورها. ثم، استخدم رقم ذرّة الكربون التي ترتبط بها كلّ مجموعة لتحديد موقعها.

خطوة 5. عندما ترتبط مجموعات ألكيل مختلفة بالسلسلة الأمّ نفسها، ضع أسمائها في الترتيب الأبجديّ. لا تأخذ بعين الاعتبار البادئات (ثلاثي، رباعي وهكذا) عند تحديد الترتيب الأبجدي باللغة الانجليزية.

خطوة 6. اكتب الاسم كاملاً، وذلك باستخدام الشرطات لفصل الأرقام عن الكلمات والفواصل لفصل الأرقام. لا تقم بإضافة مسافة بين اسم المجموعة البديلة واسم السلسلة الأم.

المفردات

مفردات علمية

بديل
شخص أو شيء يحل محل شخص أو شيء آخر
معلم بديل شرح حصة الكيمياء بالأمس.

التعزيز

اسم الألكانات اسأل الطلاب ما إذا كان هناك ألكان بالاسم 2-إيثيل البيوتان. اطلب إلى الطلاب رسم جزيء بهذا الاسم وتحديد أطول سلسلة كربون. قبل الكشف عن الإجابة. لا، وفقًا لقواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC)، يُعتبر هذا اسم التركيب الذي يشتمل على سلسلة من ذرتيْ كربون مرتبطة بذرة الكربون الثانية من سلسلة مكوّنة من أربع ذرات كربون. لكن، أطول سلسلة متواصلة تحتوي على خمس ذرات كربون. اسأل الطلاب القيام بتوفير الاسم الصحيح للمركّب. 3-ميثيل البنتان ص م

تلتصق بها الشمعة أعلى القمع أو أسفله قبل تحرير الفقاعات. **تحذير: لا تقم بهذا العرض التوضيحي بالقرب من مواد قابلة للاشتعال. ضع صحنًا على الأرضية حتى يقع عليها الشمع المتساقط من الشمعة.**

النتائج

يحدث اشتعال عند انفجار كل فقاعة.
ويحترق الغاز المحتجز وينبعث لهب أصفر لامع.

التحليل

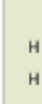
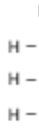
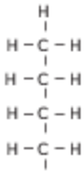
اطرح هذه الأسئلة.

1. إنّ الاحتراق الذي لاحظته هو تفاعل كيميائي بين متفاعلين، فما هما؟ الأكسجين والميثان أو البروبان
2. ما كان ناتج تفاعل الاحتراق؟ ثاني أكسيد الكربون، ربما أول أكسيد الكربون، ضوء، حرارة، بخار ماء، سناج
3. هل كان تفاعل الاحتراق طاردًا للحرارة أم ماصًا للحرارة؟ طارد للحرارة

التقويم

المعرفة كلّف الطلاب بكتابة المعادلة الموزونة لتفاعل الاحتراق.
$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ أو
$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

الجدول 3 **مجموعات الألكيل الشائعة**

الاسم	الميثيل	الإيثيل	البروبيل	الأيزوبروبيل	البيوتيل
الصيغة البنائية المختصرة	CH_3-	CH_3CH_2-	$CH_3CH_2CH_2-$	CH_3CHCH_3	$CH_3CH_2CH_2CH_2-$
الصيغة البنائية					

عند تسمية الألكانات ذات السلاسل المتفرعة، يُطلق على أطول سلسلة متواصلة من ذرات الكربون اسم **السلسلة الأم**. ويُطلق على جميع السلاسل الفرعية الجانبية اسم **المجموعات البديلة** لأنها تبدو وكأنها تحل محل ذرة الهيدروجين في السلسلة المستقيمة. ويُطلق على كل مجموعة بديلة متفرعة من السلسلة الأم اسم الألكان ذو السلسلة المستقيمة التي لها عدد ذرات الكربون نفسه التي تحتوي عليها المجموعة البديلة. ويتم استبدال اللاحقة ان باللاحقة يل. ويُطلق على المجموعات البديلة اسم مجموعة الألكيل. يحتوي الجدول 3 على عدة مجموعات ألكيل.

تسمية الألكانات ذات السلاسل المتفرعة لتسمية المركبات العضوية، يستخدم الكيميائيون القواعد المنهجية التالية المعتمدة من الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC.

خطوة 1. رقّم عدد ذرات الكربون في أطول سلسلة متواصلة. استخدم اسم الألكان ذي السلسلة المستقيمة الذي يحتوي على نفس عدد ذرات الكربون الموجودة باسم السلسلة الأم للصيغة البنائية.

خطوة 2. رقّم كل ذرة كربون في السلسلة الأم. حدد موقع ذرة الكربون الطرفية الأقرب إلى المجموعة البديلة، وسمّها الموقع *1*. تسمح هذه الخطوة بإعطاء جميع مواقع المجموعات البديلة أصغر أرقام ممكنة.

خطوة 3. سمّ كلّ مجموعة ألكيل بديلة. ضع اسم المجموعة قبل اسم السلسلة الأم.

خطوة 4. إذا تكررت مجموعة الألكيل نفسها أكثر من مرة كسلسلة فرعية عن السلسلة الأم، استخدم بادئة (ثنائي، ثلاثي، رباعي، وهكذا) قبل اسمها للإشارة إلى عدد مرات ظهورها. ثم، استخدم رقم ذرّة الكربون التي ترتبط بها كلّ مجموعة لتحديد موقعها.

خطوة 5. عندما ترتبط مجموعات ألكيل مختلفة بالسلسلة الأمّ نفسها، ضع أسمائها في الترتيب الأبجديّ. لا تأخذ بعين الاعتبار البادئات (ثلاثي، رباعي وهكذا) عند تحديد الترتيب الأبجدي باللغة الانجليزية.

خطوة 6. اكتب الاسم كاملاً، وذلك باستخدام الشرطات لفصل الأرقام عن الكلمات والفواصل لفصل الأرقام. لا تقم بإضافة مسافة بين اسم المجموعة البديلة واسم السلسلة الأم.

المفردات

مفردات علمية

بديل
شخص أو شيء يحل محل شخص أو شيء آخر
معلم بديل شرح حصة الكيمياء بالأمس.

التعزيز

اسم الألكانات اسأل الطلاب ما إذا كان هناك ألكان بالاسم 2-إيثيل البيوتان. اطلب إلى الطلاب رسم جزيء بهذا الاسم وتحديد أطول سلسلة كربون. قبل الكشف عن الإجابة. لا، وفقًا لقواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC)، يُعتبر هذا اسم التركيب الذي يشتمل على سلسلة من ذرتيْ كربون مرتبطة بذرة الكربون الثانية من سلسلة مكوّنة من أربع ذرات كربون. لكن، أطول سلسلة متواصلة تحتوي على خمس ذرات كربون. اسأل الطلاب القيام بتوفير الاسم الصحيح للمركّب. 3-ميثيل البنتان ص م

تلتصق بها الشمعة أعلى القمع أو أسفله قبل تحرير الفقاعات. **تحذير: لا تقم بهذا العرض التوضيحي بالتراب من مواد قابلة للاشتعال. ضع صحنًا على الأرضية حتى يقع عليها الشمع المتساقط من الشمعة.**

النتائج

يحدث اشتعال عند انفجار كل فقاعة.
ويحترق الغاز المحتجز وينبعث لهب أصفر لامع.

التحليل

اطرح هذه الأسئلة.

1. إنّ الاحتراق الذي لاحظته هو تفاعل كيميائي بين متفاعلين، فما هما؟ الأكسجين والميثان أو البروبان
2. ما كان ناتج تفاعل الاحتراق؟ ثاني أكسيد الكربون، ربما أول أكسيد الكربون، ضوء، حرارة، بخار ماء، سناج
3. هل كان تفاعل الاحتراق طاردًا للحرارة أم ماصًا للحرارة؟ طارد للحرارة

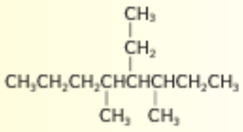
التقويم

المعرفة كلّف الطلاب بكتابة المعادلة الموزونة لتفاعل الاحتراق.
$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ أو
$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

مثال 1

تسمية الألكانات ذات السلاسل المتفرعة

قم بتسمية الألكان المبين



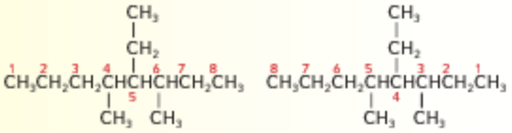
1 تحليل المسألة

لديك الصيغة البنائية. لتحديد اسم السلسلة الأم وأسماء السلاسل الفرعية ومواقعها، اتبع قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC.

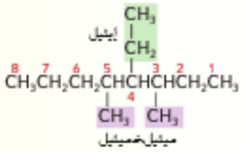
2 حساب المجهول

خطوة 1. احص عدد ذرات الكربون في أطول سلسلة متواصلة. بما أنّه يمكن كتابة الصيغ البنائية بتوجيه السلاسل بطرق مختلفة، عليك أن تتوخى الحذر عند البحث عن أطول سلسلة كربون متواصلة. وفي هذه الحالة، من السهل إيجاد هذه السلسلة. تحتوي أطول سلسلة على ثماني ذرات كربون، وبالتالي فإن اسم السلسلة الأم هو أوكتان.

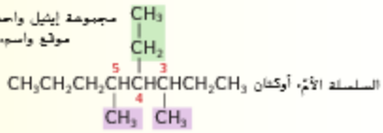
خطوة 2. رقّم كل ذرة كربون في السلسلة الأم. رقّم السلسلة في الاتجاهين، كما هو مُبيّن أدناه. إنّ الترقيم من اليسار يضع مجموعات الألكيل في المواقع 4 و5 و6. إنّ الترقيم من اليمين يضع مجموعات الألكيل في المواقع 3 و4 و5. وبما أنّ 3 و4 و5 تمثل مواقع الأرقام الأدنى، سيتم استخدامها في الاسم.



خطوة 3. سمّ كلّ مجموعة ألكيل بديلة. حدد مجموعات الألكيل المتفرعة من السلسلة الأم وقم بتسميتها. هناك مجموعات ميثيل أحادية الكربون في الموقعين 3 و5 ومجموعة إيثيل ثنائية الكربون في الموقع 4.



خطوة 4. إذا تكررت مجموعة الألكيل نفسها أكثر من مرة كسلسلة متفرعة عن السلسلة الأم، استخدم بادئة (ثنائي، ثلاثي، رباعي، وهكذا) قبل اسمها للإشارة إلى عدد مرات ظهورها. ابحث عن مجموعات الألكيل التي تكررت أكثر من مرة وقم بإحصاء عددها. حدد البادئة التي يجب استخدامها لإظهار عدد مرات ظهور كل مجموعة. في هذا المثال، ستُضاف البادئة ثنائي إلى الاسم الميثيل بسبب وجود مجموعتي ميثيل. ليس هناك حاجة إلى إضافة بادئة على مجموعة الإيثيل الوحيدة. ثم اعرض موقع كل مجموعة باستخدام العدد المناسب.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

قد يعتقد الطلاب أنّ خط ذرات الكربون المكتوبة بشكل أفقي في الصيغة البنائية هو دائمًا السلسلة التي يجب استخدامها في تسمية المادة.

كشف المفهوم غير الصحيح ارسم الألكان التالي على السبورة: سلسلة من 6 ذرات كربون مكتوبة أفقيًا ومجموعة بروبيل ثلاثي الكربون متفرعة رأسيًا من ذرة الكربون الثانية. كلّف الطلاب بكتابة اسم هذا الألكان.

توضيح المفهوم قبل الكشف عن اسم المركّب وفقًا للاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC)، سأل عن عدد الطلاب الذين قاموا بتسمية المركّب 2-بروبيل هكسان وعدد من أطلقوا عليه أسماء أخرى. ثم اطلب من الطالب الذي قام بتسمية المركّب بصورة خاطئة شرح طريقة توصّله إلى هذا الاسم. اطلب من الطالب الذي كتب الاسم الصحيح، 4-ميثيل الأوكتان أن يقوم بترقيم السلسلة بشكل صحيح على السبورة.

تقويم المعرفة الجديدة اكتب تراكيب سلسلة الكربون لألكانات متفرعة أخرى، واطلب من الطلاب إيجاد الترقيم الصحيح وكتابة أسماء الألكانات. بعد ذلك، اطلب منهم رسم صيغ بنائية هيكلية وكاملة للمركّبات التي ذكرت أسماءها. ف م

التدريس المتمايز

متعلمو اللغة العلمية اجمع متعلم مع متعلم آخر يمكنه التواصل بصورة جيدة مع المتعلم. وكلفه بشرح طريقة حل **أمثلة** هذه الوحدة خطوة بخطوة. وشجع كلا المتعلمين على السعي للحصول على مساعدة عند الحاجة. د م ف م ق م

خطوة 5. عندما يكون هناك مجموعات ألكيل مختلفة مرتبطة بالسلسلة الأمّ نفسها، ضع أسماءها بحسب الترتيب الأبجدي. ضع أسماء سلاسل الأكيل الفرعية بالترتيب الأبجدي مع تجاهل البادئات. بحسب الترتيب الأبجدي، يتم وضع اسم إيثيل قبل ثنائي ميثيل.

خطوة 6. اكتب الاسم كاملاً، وذلك باستخدام الشرطات لفصل الأرقام عن الكلمات والفواصل لفصل الأرقام. اكتب اسم الصيغة البنائية، وذلك باستخدام الشرطات والفواصل بحسب الحاجة. يجب كتابة الاسم على الشكل التالي4-إيثيل-5،3-ثنائي ميثيل أوكتان.

3 تقييم الإجابة

لقد تمّ تحديد أطول سلسلة كربون متواصلة وترقيمها بالشكل الصحيح.
تم تعيين البادئات وأسماء مجموعات الألكيل الصحيحة لجميع السلاسل الفرعية. إنّ الترتيب الأبجدي وعلامات الترقيم صحيحان.

تطبيقات

8.استخدم قواعد IUPAC لتسمية الصيغ البنائية الآتية.

a. $CH_3CHCH_2CHCH_2CH_3$ (CH_3 على الكربون 2 وCH_3 على الكربون 4)

b. $CH_3CCH_2CHCH_3$ (CH_3 على الكربون 2 وCH_3 على الكربون 2 وCH_3 على الكربون 4)

c. $CH_3CHCH_2CH_2CHCH_2CHCH_3$ (CH_3 على الكربون 2 وCH_3 على الكربون 5 وCH_3 على الكربون 7)

9. تحدي ارسم الصيغ البنائية للألكانات التالية.

a. 3،2-ثنائي ميثيل-5-بروبيل ديكان

b. 5،4،3-ثلاثي إيثيل أوكتان

الألكانات الحلقية

أحد أسباب وجود مجموعة متنوعة من المركبات العضوية كهذه أن ذرات الكربون قد تشكل صيغ بنائية حلقية. يُسمّى المركب العضوي الذي يحتوي على حلقة هيدروكربونية **الهيدروكربون الحلقي**. وللإشارة إلى أن الهيدروكربون له صيغ بنائية حلقية، تُستخدم المفردة حلقي بعد اسم الهيدروكربون. وتسمى الهيدروكربونات الحلقية التي تحتوي على روابط أحادية فقط **الألكانات الحلقية**.

قد تحتوي الألكانات الحلقية على ثلاث أو أربع أو خمس أو ست ذرات كربون أو أكثر. يُطلق على الألكان الحلقي سداسي الكربون اسم الهكسان الحلقي. ويُستخدم الهكسان الحلقي، الذي يتم استخراجه من البترول، في مذيبات الطلاء ومواد التلميع ولاستخراج الزيوت الأساسية المستخدمة في صناعة العطور. لاحظ أن الهكسان الحلقي (C_6H_{12}) يحتوي على ذرات هيدروجين أقل من الهكسان ذي السلسلة المستقيمة (C_6H_{14}) بمقدار ذرتين بسبب تشكيل إلكترون تكافؤ من كل ذرتي كربون لروابط بين ذرات الكربون بدلًا من الروابط بين الكربون والهيدروجين.

التأكد من فهم النص قيّم إذا كانت المفردة حلقي موجودة بعد اسم ألكان ما، فما الذي تعرفه عن هذا الألكان؟

كما هو موضح في الشكل 10، تمثّل الهيدروكربونات الحلقية مثل الهكسان الحلقي بواسطة صيغ بنائية مختصرة وهيكلية وخطية. لا تُظهر الصيغ البنائية الخطية سوى الروابط بين ذرات الكربون التي يُفترض أن تكون في كل زاوية في الصيغة البنائية، ويُفترض أن تشغل ذرات الهيدروجين المواضع المتبقية في الرابطة ما لم توجد بدائل. كذلك، لا يظهر الهيدروجين في الصيغ الهيكلية.

الشكل 10 يُمكن تمثيل الهكسان الحلقي في عدة طرائق.

الصيغة البنائية المختصرة

صيغة خطيّة

صيغة هيكليّة

مشروع الكيمياء

الألكانات الحلقية في الصناعة كلّف الطلاب بإجراء بحث حول استخدامات الألكانات الحلقية في الصناعة وتصميم ملصق يُظهر المنتجات التي تحتوي على ألكانات حلقية أو المنتجات التي تم استخدام ألكانات حلقية فيها خلال عملية التصنيع. اعرض الملصقات في الصف باعتبارها وسيلة تعلم لجميع الطلاب. مع مع مع

مثال في الصف

السؤال اذكر اسم الألكان المبيّن.

$CH_3CHCHCH_2CH_2CH_3$ (CH_3 على الكربون 2 وCH_3 على الكربون 4)

الإجابة 3، 2-ثنائي ميثيل الهكسان

تطبيقات

اطلب من الطلاب مراجعة ملحق الحلول المحددة للاطلاع على الحلول الكاملة للمسائل التي أرقامها فردية.

8.a. 4، 2-ثنائي ميثيل الهكسان
b. 4، 2، 2-ثلاثي ميثيل بنتان
c. 7، 4، 2-ثلاثي ميثيل نونان
9. انظر دليل الحلول للاطلاع على الصيغ.
a. تحتوي السلسلة الأمّ على عشر ذرات كربون ومجموعتي ميثيل على ذرتي الكربون 2 و3 ومجموعة بروبيل على ذرة الكربون 5.
a. تحتوي السلسلة الأمّ على ثماني ذرات كربون ومجموعات الإيثيل على ذرات الكربون 3 و4 و5.

التقويم

المعرفة إنّ الهكتان هو تسمية الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC) لألكان ذي سلسلة مستقيمة يحتوي على 100 ذرة كربون. أخبر الطلاب بهذه المعلومة، ثم اطرح عليهم السؤال التالي. ما الصيغة الجزيئية للهكتان؟ $C_{100}H_{202}$ مع

التأكد من فهم النص يحتوي الألكان على حلقة هيدروكربون.

تعزيز

سمية **الألكانات الحلقية** أشر إلى أنّه ثمّة
ث طرق مختلفة لترقيم الحلقة. عند
دء من أعلى، قد تكون أرقام موقع
جموعات البديلة 4، 2، 1– أو 6، 4، 1.
ند البدء من الجانب الأيمن، قد تكون
رقام 2، 1، 5 أو 1، 3، 6. وعند البدء
ن أسفل، قد تكون الأرقام 5، 2، 1 أو
، 4، 1. خ م

التقويم

الأداء اطلب إلى كل طالب رسم
ثان حلقي مشتق في أعلى ورقة. وكتابة
م الألكان الحلقي أسفل الورقة نفسها.
لب منهم طيّ الورقة إلى نصفين حتى
بح اسم الألكان الحلقي غير مرئي.
لب إلى الطلاب تبادل الأوراق، وأطلب
ن كل طالب محاولة تسمية الألكان
حلقي. وبعد تسمية الطلاب لاسم الألكان
حلقي الجديد، اطلب منهم التحقق من
طابق الأسماء. إذا لم تتطابق الأسماء،
لب منهم العمل معًا لتسمية الألكان
حلقي بصورة صحيحة. شجّع الطلاب
ى طلب المساعدة، عند الحاجة. خ م

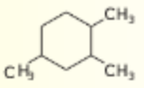
إثراء

كانات حلقية كلّف الطلاب بإجراء بحث
ول أحجام تراكيب الألكانات الحلقية
كثر تواجدًا في المركّبات العضوية.
طلب منهم تحديد أهمية حجم الألكان
حلقي. يُعدّ البنتان الحلقي والهكسان
حلقي حجمًا الحلقات الأكثر شيوعًا
لرًا إلى قيام ذرات الكربون في هذه
تراكيب بتكوين روابط أقل ضغطًا
قارنة بتلك الموجودة في الحلقات
صغر أو الأكبر. تكون ذرات الكربون
ت الروابط الأحادية أقوى الروابط
ممكنة عندما تكون الروابط في زوايا
لى مسافة حوالي 109.5° أحدها من
خر، كما هو الحال في الميثان. ق م

تسمية الألكانات الحلقية البديلة على غرار الألكانات الأخرى، قد تحتوي الألكانات الحلقية على مجموعات بديلة. تتم تسمية الألكان الحلقي البديل باتباع نفس قواعد IUPAC المستخدمة للألكانات ذات السلسلة المستقيمة، ولكن مع بعض التعديلات. في حالة الألكانات الحلقية، ليست هناك حاجة للبحث عن أطول سلسلة لأن السلسلة الحلقية تعتبر السلسلة الأم دائما. ونظرًا لأن الصيغ الحلقية لا طرف لها، فإن الترقيم يبدأ بذرة الكربون المرتبطة بالمجموعة البديلة. عندما يكون هناك بديلان أو أكثر، يتم ترقيم ذرات الكربون حول السلسلة الحلقية بطريقة تعطي أصغر مجموعة ممكنة من الأرقام للبدائل. إذا ارتبطت مجموعة واحدة فقط بالسلسلة الحلقية، فإن الرقم ليس ضروريًا. يوضح المثال التالي عملية تسمية ألكان حلقي.

مثال 2

تسمية الألكانات الحلقية
قم بتسمية الألكان الحلقي المجاور.



1 تحليل المسألة

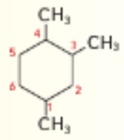
لديك الصيغة البنائية. لتحديد الصيغة الحلقية الأم ومواقع المجموعات البديلة، اتبع قواعد IUPAC.

2 حساب المجهول

خطوة 1. قم بإحصاء عدد ذرات الكربون المرتبطة بالسلسلة الحلقية، واستخدم اسم الهيدروكربون ذي السلسلة الأم الحلقية. في هذه الحالة، تحتوي السلسلة الحلقية على ست ذرات كربون، وبالتالي فإن اسم السلسلة الأم هو الهكسان الحلقي.

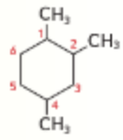
خطوة 2. قم بترقيم السلسلة الحلقية، بدءًا من إحدى السلاسل الفرعية لـ–CH_3. ابحث عن الترقيم الذي يعيّن أدنى مجموعة ممكنة من الأرقام للسلاسل الفرعية. ثمّة طريقتان لترقيم السلسلة الحلقية.

A



4,3,1

B



4,2,1

يضع الترقيم من ذرة كربون في الجزء السفلي من السلسلة الحلقية مجموعات –CH_3 في المواقع 1 و3 و4 في الصيغة A. بينما يضع الترقيم من ذرة الكربون بأعلى السلسلة الحلقية المجموعات في المواقع 1 و2 و4. تضع جميع أنظمة الترقيم الأخرى تضع مجموعات –CH_3 في المواقع أرقام أعلى. وبالتالي فإن 1 و2 و4 تمثل أدنى أرقام المواقع وسيتم استخدامها في الاسم.

خطوة 3. قم بتسمية المجموعات البديلة. كل المجموعات البديلة الثلاثة هي مجموعات ميثيل تحتوي على نفس عدد ذرات الكربون.

خطوة 4. قم بإضافة البادئة لإظهار عدد المجموعات الحالية. ثمّة ثلاث مجموعات ميثيل حالية، لذلك ستقوم بإضافة البادئة ثلاثي إلى الاسم الميثيل ليصبح الاسم ثلاثي الميثيل.

خطوة 5. يمكن تجاهل الترتيب الأبجدي بسبب وجود نوع واحد فقط من المجموعة.

خطوة 6. قم بتجميع أجزاء الاسم باستخدام اسم الألكان الحلقي ذو السلسلة الأم. استخدام الفواصل بين الأرقام المفصولة والشرطات بين الأرقام والكلمات. اكتب الاسم على الشكل التالي 4،2،1-ثلاثي ميثيل هكسان حلقي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

متعلمون فوق المستوى كلّف الطلاب بتصميم نموذج لألكان كثير التفرع بالصيغة C18H38، ثم تسمية النموذج باستخدام قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC). ق م

دفتر الكيمياء

زيت وماء كلّف الطلاب بكتابة فقرة يتوقعون فيها ما سيحدث عند خلط كمية صغيرة من زيت المحركات أو خليط ألكان آخر بالماء. بعد ذلك، يجب أن يصف الطلاب ما يحدث عند تجربة ذلك. كما يجب عليهم تضمين هذه الفقرات في دفاتر الكيمياء لديهم. خ م

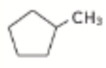
3 تقييم الإجابة

يتم ترتيب سيقة السلسلة الأم الحلقية لتعيين أدنى مجموعة ممكنة من الأرقام للمجموعات الفرعية. تشير البادئة ثلاثي إلى وجود ثلاث مجموعات ميثيل. وليس من الضروري استخدام الترتيب الأبجدي لأن جميع السلاسل الفرعية هي مجموعات ميثيل.

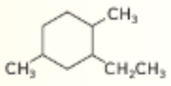
تطبيقات

10. استخدم قواعد IUPAC لتسمية الصيغ البنائية الآتية.

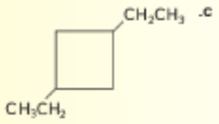
a.



b.



c.



11. تدريب تحفيزي ارسم الصيغ البنائية للألكانات الحلقية الآتية.

a. 1-إيثيل-3-بروبيل بنتان حلقي

b. 4.2.2.1-رباعي ميثيل هكسان حلقي

خصائص الألكانات

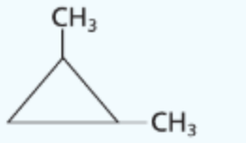
لقد تعلّمت أن الصيغة البنائية للجزيء تؤثر في خصائصه. على سبيل المثال، تتميز روابط الأكسجين–الهيدروجين في جزيء الماء بأنها روابط قطبية، ولأن جزيء H-O-H له شكل هندسي منحني، فإن الجزيء نفسه يكون قطبيًا. وهكذا، يمكن لجزيئات الماء أن تشكل روابط هيدروجينية بعضها مع بعض. ونتيجة لذلك، فإن درجات غليان الماء وانصهاره أعلى بكثير مقارنة بدرجات غليان وانصهاره مواد أخرى لها نفس الكتلة والحجم الجزيئي.

ما الخصائص التي تتوقعها للألكانات؟ إنّ جميع الروابط في الألكانات هي بين إما ذرة كربون وذرة هيدروجين أو بين ذرتي كربون. لا يُمكن أن تكون الرابطة بين ذرتين متطابقتين، مثل ذرتي الكربون، قطبية. وأيضًا، فإن روابط الكربون – الهيدروجين فيها اختلاف بسيط جدًا في السالبية الكهربائية وهي غير قطبية. وبما أنّ جميع الروابط في الألكانات هي روابط غير قطبية، فإن جزيئات الألكانات غير قطبية، مما يجعلها مذيبات جيدة للمواد غير القطبية الأخرى، كما هو مبيّن في الشكل 11.

■ **الشكل 11** إنّ الكثير من المذيبات – المُستخدمة كمذيبات للطلاء والدهان والشمع وأحبار التصوير والمواد اللاصقة وأحبار الطباعة بالضغط– تحتوي على الألكانات غير الحلقية والألكانات الحلقية.

مثال في الصف

السؤال استخدم قواعد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC) لتسمية التركيب التالي.



الإجابة 2، 1–ثنائي ميثيل البروبان الحلقي

تطبيقات

اطلب من الطلاب مراجعة ملحق الحلول المحددة للاطلاع على الحلول الكاملة للمسائل التي أرقامها فردية.

10.a. ميثيل البنتان الحلقي

b. 2–إيثيل–1،4 ثنائي ميثيل الهكسان الحلقي

c. 1،3 ثنائي إيثيل البيوتان الحلقي

11. انظر دليل الحلول للاطلاع على التراكيب.

a. إنّ السلسلة الأمّ هي حلقة من 5 ذرات كربون ومجموعة إيثيل على ذرة الكربون 1 ومجموعة بروبيل على ذرة الكربون 3.

b. إنّ السلسلة الأمّ هي حلقة من 6 ذرات كربون ومجموعات الميثيل على ذرات الكربون 1 و2 و2 و4 (إجمالي أربع مجموعات ميثيل).

دفتر الكيمياء

كلاب تستخدم للكشف عن أسباب الحرائق لدى كلاب K–9 المدربة للكشف باستخدام حاسة الشم عادةً قدرة أفضل على اكتشاف المسرعات الموجودة في موقع الحريق مقارنة بالأفراد الذين يستخدمون أجهزة كشف إلكترونية. تكون أجهزة الكشف التي تعمل بالهيدروكربون حساسة لمركّبات الغازولين في مدى أجزاء في المليون (ppm). بإمكان الكلاب على الرغم من ذلك، اكتشاف الآثار التي تفشل عنها أجهزة الكشف الإلكتروني، وغالبًا ما تكون قليلة بنسبة 0.01 ميكروليتر من 50% من الغازولين المتبخر. كلّف الطلاب بإجراء بحث حول دعوى قضائية فعلية واقعية تمّ فيها استخدام "شهادة" الكلاب لمحاولة إثبات أنّ الحريق كان متعمدًا. خ م

التقويم

المهارة اطلب إلى الطلاب كتابة صيغ الجزيئية لكل من الألكانات الحلقية التالية:

وبان حلقي، C_3H_6؛ بيوتان لقي، C_4H_8؛ بنتان حلقي، C_5H_{10}؛ ثسان حلقي، C_6H_{12}. خ م

المطويات®

التقويم

تأكد من الفهم

لب إلى الطلاب شرح سبب اعتبار روبان الحلقي أصغر ألكان ممكن. لا كن أن يتكوّن تركيب حلقي من ذرة أو ني كربون فقط، بل يجب توفر ثلاث ات كربون أو أكثر. خ م

مادة التدريس

لب إلى طلاب متطوعين التوجه إلى سبورة وكتابة الصيغ البنائية لكل من لكانات العشرة الأولى في السلسلة. خ م

توسّع

طلب إلى الطلاب التعرف على أسماء لكانات ذات السلسلة المستقيمة التي تحتوي على ما يتراوح بين 11 و 20 ذرة ربون لكل جزيء. خ م

‹

الخصائص الفيزيائية للألكانات كيف تُقارن خصائص المركبات العطية مع خصائص المركبات غير العطية؟ ارجع إلى الجدول 4. ولاحظ أن الكتلة الجزيئية للميثان (16 amu) قريبة من الكتلة الجزيئية للماء (18 amu). كذلك، فإنّ جزيئات الماء والميثان متشابهة من حيث الحجم. ومع ذلك، عند مقارنة درجة الانصهار والغليان للميثان بدرجتي الانصهار والغليان للماء، يمكنك أن ترى الدليل على أن جزيئاتها تختلف اختلافًا كبيرًا. في درجات الانصهار والغليان لأن جزيئات الميثان تتميز بقدرة منخفضة جدًا لجذب الجزيئات مقارنة بجزيئات الماء. يمكن تفسير هذا الاختلاف في الجذب بالحقيقة التي تؤكد أن جزيئات الميثان غير قطبية ولا تشكل روابط هيدروجينية بعضها مع بعض، بينما جزيئات الماء فهي قطبيّة وتشكل روابط هيدروجينية.

كذلك، يفسر الاختلاف في العطبية وتشكل الروابط الهيدروجينية سبب عدم قابلية امتزاج الألكانات وغيرها من الهيدروكربونات مع الماء. فإذا حاولت إذابة الألكانات، مثل زيوت التشحيم، في الماء، فإن كلا السائلين ينفصلان على الفور إلى طبقتين تقريبًا. يحدث هذا الفصل لأن قوى التجاذب بين جزيئات الألكان أقوى من قوى التجاذب بين جزيئات الألكان والماء. ولذلك، فإن الألكانات تكون أكثر قابلية للذوبان في المذيبات التي تتكوّن من جزيئات غير قطبية مثل الألكانات نفسها مقارنة بعدم قابليتها للذوبان في الماء، وهو مذيب قطبي.

الخصائص الكيميائية للألكانات الخاصية الكيميائية الرئيسة للألكانات هي انخفاض في النشاطية الكيميائية. تذكّر أن العديد من التفاعلات الكيميائية تحدث عند جذب مادة متفاعلة ذات شحنة كهربائية كاملة، مثل الأيون، أو ذات شحنة جزئية، مثل الجزيء العطبي، إلى مادة متفاعلة أخرى ذات شحنة مضادة. إنّ الجزيئات مثل الألكانات، التي ترتبط بها الذرات بواسطة روابط غير قطبيّة، ليس لديها شحنة. ونتيجة لذلك، لديها قوة جذب منخفضة للأيونات أو الجزيئات العطبية. كما يمكن عزو انخفاض قابلية التفاعل لدى الألكانات إلى روابط C – C و C – H القوية نسبيًا.

الجدول 4 مقارنة الخصائص الفيزيائية

المادة والصيغة	الماء (H_2O)	الميثان (CH_4)
الكتلة الجُزيئية	18 amu	16 amu
الحالة عند درجة حرارة الغرفة	سائل	غاز
درجة الغليان	100°C	-162°C
درجة الانصهار	0°C	-182°C

المطويات®
أدمج معلومات من هذا القسم في مطويتك.

القسم 2 مراجعة

ملخص القسم

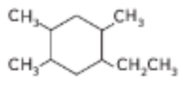
- تحتوي الألكانات على روابط أحادية فقط بين ذرات الكربون.
- تُمثّل الألكانات والمركبات العضوية الأخرى أفضل تمثيل من خلال الصيغ البنائية ويمكن تسميتها باستخدام القواعد المنهجية التي يحددها الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية IUPAC.
- يُطلق على الألكانات التي تحتوي على حلقات الهيدروكربون اسم الألكانات الحلقية.

12. صِفْ الخصائص البنائية الرئيسة لجزيئات الألكانات. **تعليم (تذكير)**

13. قم بتسمية الصيغ التالية باستخدام قواعد IUPAC.

a. $CH_3CHCH_2CH_2CH_3$ (CH3 على ذرة الكربون 2)

b. CH_3CCH_3 (CH3 ثلاثة على ذرة الكربون 2) / CH_3

c. 

14. صِفْ الخصائص العامة للألكانات.

15. ارسم الصيغ البنائية لكل مما يلي.

a. 4،3- ثنائي الإيثيل هبتان
b. 4-الأيزوبروبيل -3-ميثيل ديكان
c. 1-إيثيل -4-ميثيل هكسان حلقي
d. 2،1-ثنائي الميثيل بروبان حلقي

16. تفسير الصيغ البنائية لماذا يُعد الاسم 3 – بيوتيل بنتان غير صحيح؟ استنادًا إلى هذا الاسم، اكتب الصيغة البنائية للمركب. ما الاسم الصحيح لـ 3-بيوتيل بنتان بحسب قواعد IUPAC؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 مراجعة

12. إنّ الألكانات هي هيدروكربونات على شكل سلسلة أو حلقة تحتوي على روابط تساهمية أحادية فقط بين ذرتي كربون.

13. a. 2-ميثيل البنتان
b. 2,2-ثنائي ميثيل البروبان
c. 1-إيثيل-5، 4، 2 ثلاثي ميثيل الهكسان الحلقي

14. الرابطتان C–C وC–H غير قطبيتين، مما يجعل الألكانات غير قابلة للذوبان في الماء وهو مذيب قطبي. تعتبر الألكانات مذيبات جيدة لمواد أخرى غير قطبية. تكون الروابط أيضًا قوية ومستقرة، مما يجعل الألكانات غير تفاعلية نسبيًا.

15. راجع دليل الحلول للاطلاع على رسومات التراكيب الجزيئية.

16. تشتمل أطول سلسلة كربون متواصلة على سبع ذرات كربون، وليس خمس ذرات كربون. كما تحتوي السلسلة الأمّ على سبع ذرات كربون ومجموعة إيثيل على ذرة الكربون 3: 3- إيثيل الهبتان.

الألكينات والألكاينات

الفكرة الرئيسة إنّ الألكينات هي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثنائية واحدة على الأقل والألكاينات هي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثلاثية واحدة على الأقل.

الأسئلة الرئيسة

- كيف تُقارن خواص الألكينات والألكاينات بخواص الألكانات؟
- كيف توصف الصيغ البنائية للألكينات والألكاينات؟
- كيف تُسمى الألكينات والألكاينات بحسب صيغها البنائية؟
- كيف ترسم صيغ الألكينات والألكاينات البنائية بحسب اسمائها؟

مفردات للمراجعة

الهرمون hormone، إنّه ماده كيميائية يفرزها جزء واحد من كائن حي وتنتقل إلى جزء آخر حيث تحدث تغييرًا فسيولوجيًا

مفردات جديدة

الألكين	alkene
ألكاين	alkyne

الكيمياء في حياتك

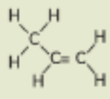
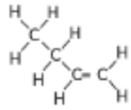
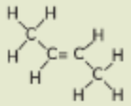
تُنتج النباتات الإيثين كهرمون نضج طبيعي. غالبا ما تُقطف الفواكه والخضروات قبل نضوجها وتتعرّض للإيثين بحيث تنضج كلها في الوقت نفسه، لتأمين كفاءة عالية بالحصاد ونقل المنتجات الى السوق.

الألكينات

تذكر أن الألكانات هي هيدروكربونات مشبعة، لأنها تحتوي على روابط تساهمية أحادية فقط بين ذرات الكربون، وأنّ الهيدروكربونات غير المشبعة تحتوي على رابطة ثنائية أو ثلاثية واحده على الأقل بين ذرات الكربون. يُطلق على الهيدروكربونات غير المشبعة التي تحتوي على رابطة تساهمية ثنائية واحده أو أكثر بين ذرات الكربون في سلسلة اسم **الألكينات**. لا يوجد ألكين يحتوي على ذره كربون واحده فقط، لأنّ الألكينات يجب أن تحتوي على رابطة ثنائية بين ذرات الكربون. يحتوي أبسط ألكين على ذرتي كربون يربط بينهما رابطة ثنائية. إنّ الإلكترونات الأربعة المتبقية، إلكترونين من كل ذره كربون، يتم تقاسمها مع أربع ذرّات هيدروجين لإنتاج جزيء الإيثين (C_2H_4).

تشكل الألكينات التي تحتوي على رابطة ثنائية واحده فقط سلسلة متجانسة. تذكر من القسم السابق أن السلسلة المتجانسة لديها علاقة عددية ثابتة بين عدد الذرات. إذا ما اطّلعت على الصيغ الجزيئية للمواد المبيّنة في الجدول 5، فستلاحظ أن كلاً منها يحتوي على ذرات هيدروجين تساوي مثلي عدد ذرات الكربون. إنّ الصيغة العامة لهذه السلسلة هي C_nH_{2n}. يحتوي كل ألكين على عدد ذرات هيدروجين أقل من عدد الذرات الموجودة في الألكان المماثل له بمقدار ذرتين لأن اثنين من الإلكترونات يشكلان الآن الرابطة التساهمية الثانية ولم يعودا متوفرين لربط ذرات الهيدروجين. ما هي الصيغ الجزيئية للألكينات التي تحتوي على 6 ذرات كربون والألكينات التي تحتوي على 9 ذرات كربون؟

الجدول 5 **أمثلة على الألكينات**

الاسم	الإيثين	البروبين	1 ــ بيوتين	2 ــ بيوتين
الصيغة الجزيئية	C_2H_4	C_3H_6	C_4H_8	C_4H_8
الصيغة البنائية				
الصيغة البنائية المختصرة	$CH_2=CH_2$	$CH_3CH=CH_2$	$CH_3CH_2CH=CH_2$	$CH_3CH=CHCH_3$

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

الألكينات والألكاينات ارسم الصيغ البنائية لكل من الإيثان والإيثين والإيثاين جنبًا إلى جنب على السبورة. اكتب اسم التراكيب أسفل كل من الرسومات. واطلب إلى الطلاب تحديد أوجه الاختلاف بين التراكيب. يجب أن يلاحظ الطلاب أنّ الإيثان يتميز بروابط أحادية فقط، وأنّ الإيثين يتميز برابطة مزدوجة واحدة، بينما يتميّز الإيثاين برابطة ثلاثية واحدة. يجب على الطلاب أيضًا ملاحظة أنّ الإيثان يحتوي على عدد من ذرات الهيدروجين، ويحتوي الإيثين على ذرات هيدروجين أقل، بينما يحتوي الإيثاين على أقل عدد من ذرات الهيدروجين. وضّح للطلاب أنّ الإيثين هو ألكين لأنّ تركيبه يحتوي على رابطة مزدوجة، وأن الإيثاين هو ألكاين لأنّ تركيبه يحتوي على رابطة ثلاثية. ض م

2 التدريس

- سؤال عن النص C_6H_{12} وC_9H_{18}

الإثراء

مصطلحات قديمة كلّف الطلاب بإجراء بحث عن أصل المصطلحات المستخدمة في الأصل لوصف أنواع الهيدروكربون. لا تزال الألكانات تسمى بالبارافينات في بعض الأحيان، في حين لا يزال يُشار إلى الألكينات بالأوليفينات أحيانًا. اطلب منهم تسجيل النتائج التي توصّلوا إليها في دفاتر الكيمياء لديهم. ض م

التدريس المتمايز

متعلمون فوق المستوى كلف مجموعات من الطلاب بتصميم اختبارات كيميائية للتمييز بين الألكانات والألكينات والألكاينات. اطلب منهم إجراء أبحاث حول تفاعليات الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة والمقارنة بينهما. ض م

مشروع الكيمياء

الألكينات والألكاينات كلّف الطلاب بإجراء بحث عن أمثلة للألكينات والألكاينات الموجودة بالطبيعة وإيجادها. واطلب منهم إعداد ملصق يُبيّن أماكن تواجد الألكينات أو الألكاينات والتركيب الجزيئي للمركّبات. ض م

عرض توضيحي سريع

الثمرة والإيثين ضع قطعتين أو ثلاثًا من ثمار ناضجة في كيس بجوار إناء صغير يحتوي 20 mL من محلول يود مائي مخفف (صبغة يود مخففة أو حتى محلول قوي قابل للذوبان بلون أصفر مائل إلى البني الفاتح والذي يكون شفافًا) وقم بتغطية كليهما بإناء كبير. ألصق الجزء السفلي من الإناء الكبير بسطح المنضدة بشريط لاصق كضابط. ضع إناءً آخر من دون ثمرة بجوار الإناء الأوّل. اطلب من الطلاب ملاحظة لون محاليل اليود يوميًا لعدة أيام وشرح ما قد حدث. يُعتبر الإيثين الناتج عن الثمرة الناضجة هيدروكربونًا غير مشبع. ويتفاعل مع اليود مكوّنًا نواتج هاليد الألكيل عديمة اللون. ولذلك يصبح لون محلول اليود بجوار الثمرة أفتح بينما يظل لون المحلول الضابط هو نفسه. ض م

التأكد من فهم النص إذا لم يكن موضع الرابطة المزدوجة محددًا، فلن يكون من الممكن تحديد، بما لا يدع مجالًا للشك، المركّب المقصود بالاسم الكيميائي.

التقويم

مهارة اطلب إلى الطلاب تحديد المعلومات الإضافية اللازمة لحل المسألة التالية.

يمكن تحويل الألكينات إلى ألكانات باستخدام تفاعل كيميائي يُعرف بالهدرجة، وذلك خلاله غاز الهيدروجين فقاعات في محلول أحد الألكينات في وجود حفّاز. كم عدد مولات غاز الهيدروجين التي يجب إضافتها إلى 1 mol من ألكين يحتوي على أكثر من رابطة مزدوجة واحدة لتحويله إلى ألكان بالكامل؟ تتمثل المعلومات الإضافية اللازمة في عدد الروابط المزدوجة الموجودة في الألكين. تتطلب كل رابطة مزدوجة 1 mol من غاز الهيدروجين لكل مول من الألكين للتحويل. ض م

تسمية الألكينات تُسمى الألكينات بالطريقة نفسها التي تُسمى بها الألكانات. تسمّى الألكينات باستبدال الحرفين الأخيرين "ان" من الألكان المماثل لها بالحرفين "ين". يُسمى الألكان الذي يحتوي على ذرتي كربون إيثان، ويُسمى الألكين الذي يحتوي على ذرتي كربون إيثين. وبالمثل، يُسمى الألكين الذي يحتوي على ثلاثة ذرات كربون "البروبين". إنّ للإيثين والبروبين إسمين قديمين أكثر شيوعًا هما على التوالي الإثيلين والبروبيلين.

إذا ما أردنا تسمية الألكينات التي تحتوي على أربع ذرات كربون أو أكثر في السلسلة، فإنّ من الضروري تحديد موقع الرابطة الثنائية، كما هو مبيّن في الشكل 12a. يتم ذلك من خلال ترقيم ذرات الكربون في السلسلة الأم، بدءًا من نهاية السلسلة، بحيث يكون للكربون الأولى في الرابطة الثنائية العدد الأصغر. ثم، يستخدم هذا العدد في الاسم .

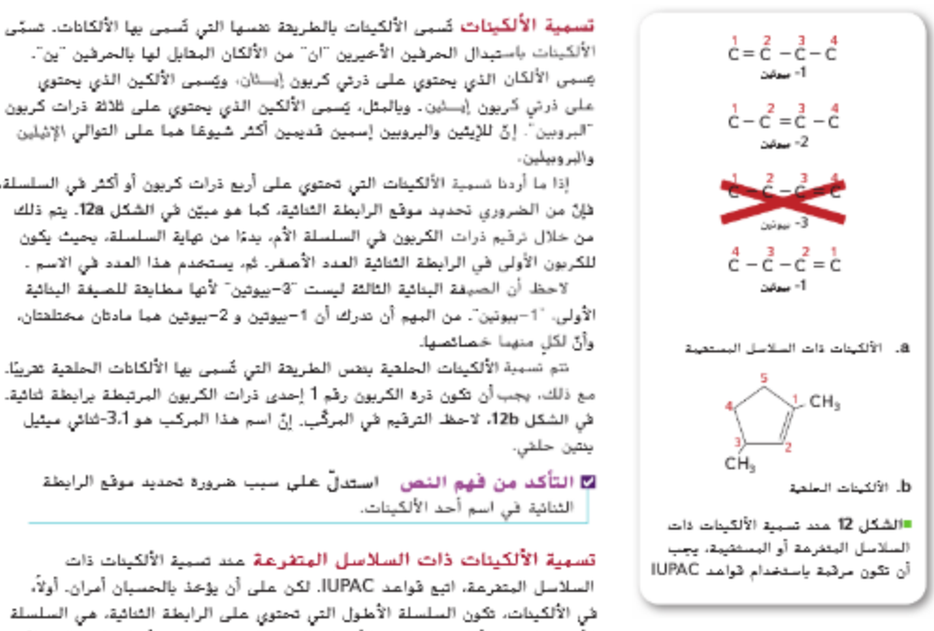
لاحظ أن الصيغة البنائية الثالثة ليست "3-بيوتين" لأنها مطابقة للصيغة البنائية الأولى، "1-بيوتين". من المهم أن تدرك أن 1-بيوتين و 2-بيوتين هما مادتان مختلفتان، وأنّ لكلٍ منهما خصائصها.

تتم تسمية الألكينات الحلقية بنفس الطريقة التي تُسمى بها الألكانات الحلقية تقريبًا. مع ذلك، يجب أن تكون ذرة الكربون رقم 1 إحدى ذرات الكربون المرتبطة برابطة ثنائية. في الشكل 12b، لاحظ الترقيم في المركّب. إنّ اسم هذا المركب هو 3.1-ثنائي ميثيل بيوتين حلقي.

التأكد من فهم النص استدلّ على سبب ضرورة تحديد موقع الرابطة الثنائية في اسم أحد الألكينات.

تسمية الألكينات ذات السلاسل المتفرعة عند تسمية الألكينات ذات السلاسل المتفرعة، اتبع قواعد IUPAC. لكن على أن يؤخذ بالحسبان أمران. أولاً، في الألكينات، تكون السلسلة الأطول التي تحتوي على الرابطة الثنائية، هي السلسلة الأم دائمًا، سواء أكانت السلسلة الأطول بالنسبة لذرات الكربون أم لم تكن. ثانيًا، إنّ موقع الرابطة الثنائية، وليس موقع الفروع، هو الذي يحدّد طريقة ترقيم السلسلة. يحدد العدد موقع الرابطة الثنائية، تمامًا كما هي الحال في الألكينات ذات السلاسل المستقيمة. لاحظ وجود سلسلتين من اربع ذرات كربون في الجزيء المبيّن في الشكل 13a لكنّ السلسلة ذات الرابطة الثنائية هي فقط التي تستعمل كأساس للتسمية. إنّ هذا الألكين ذا السلسلة المتفرعةهو 2-ميثيل-1-بيوتين.

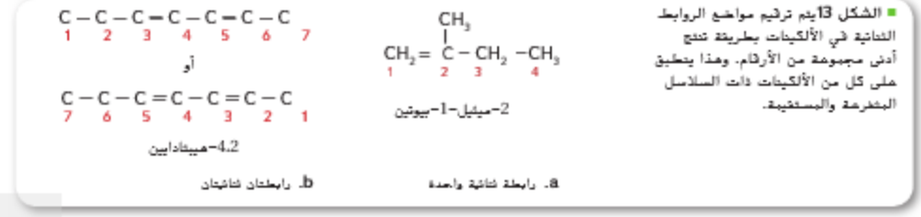
يحتوي بعض الهيدروكربونات غير المشبعة على أكثر من رابطة ثنائية (أو ثلاثية) واحدة. يتم عرض عدد الروابط الثنائية في مثل هذه الجزيئات باستخدام البادئة (داي، تراي، تترا وهكذا) قبل الأحرف ين. يتم ترقيم مواقع الروابط بطريقة تنتج أدنى مجموعة من الأعداد. أي نظام ترقيم قد تستخدم في المثال المبيّن في الشكل 13b؟ يمكنك استخدام البادئة هيبتا (سباعي)لأن الجزيء يحتوي على سلسلة سباعية الكربون. كذلك يمكنك استخدام البادئة (داي) قبل ين، بحيث يُصبح الاسم هيبتاداين، لأن الجزيء يحتوي على رابطتين ثنائيتين، وبإضافة الرقمين 2 و4 لتعيين موقعي الرابطتين الثنائيتين، يُصبح الاسم 4،2-هيبتاداين.



a. الألكينات ذات السلاسل المستقيمة

b. الألكينات الحلقية

■ **الشكل 12** عند تسمية الألكينات ذات السلاسل المتفرعة أو المستقيمة، يجب أن تكون مرقمة باستخدام قواعد IUPAC



a. رابطة ثنائية واحدة

b. رابطتان ثنائيتان

■ **الشكل 13** يتم ترقيم مواضع الروابط الثنائية في الألكينات بطريقة تنتج أدنى مجموعة من الأرقام. وهذا ينطبق على كل من الألكينات ذات السلاسل المتفرعة والمستقيمة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دفتر الكيمياء

الصيغ الجزيئية للهيدروكربونات اطلب إلى الطلاب كتابة الأسئلة التالية في دفاتر الكيمياء والإجابة عنها بعد قراءة القسم 3.

1. ما أوجه الاختلاف بين الصيغة الجزيئية للألكان والألكين اللذين لديهما عدد ذرات الكربون نفسه؟ يحتوي الألكان على ذرتيْ هيدروجين أكثر (C_nH_{2n+2}) من الألكين (C_nH_{2n}).
2. ما أوجه الاختلاف بين الصيغة الجزيئية للألكان والألكاين اللذين لديهما عدد ذرات الكربون نفسه؟ يحتوي الألكان على أربع ذرات هيدروجين أكثر (C_nH_{2n+2}) من الألكاين (C_nH_{2n-2}). ض م

مثال 3

تسمية الألكينات ذات السلاسل المتفرعة

$CH_3CH=CHCHCH_2CHCH_3$ (CH₃ و CH₃)

قم بتسمية الألكين ذو الصيغة البنائية الآتية.

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت ألكين ذو سلسلة متفرعة يحتوي على رابطة ثنائية واحدة ومجموعتي ألكيل. اتبع قواعد IUPAC لتسمية المركب العضوي.

2 حساب المجهول

خطوة 1. إنّ أطول سلسلة مستمرة من الكربون، تلك التي تضم الرابطة الثنائية، تحتوي على سبع ذرات من كربون. الألكان الذي يحتوي على سبع ذرات كربون هو الهبتان. لكن تم تغيير الاسم إلى الهبتين بسبب وجود رابطة ثنائية.

$CH_3CH=CHCHCH_2CHCH_3$ (CH₃ و CH₃) — السلسلة الأم للهبتين

خطوة 2. قم بترقيم السلسلة لتعيين أدنى رقم للرابطة الثنائية.

1 2 3 4 5 6 7

$CH_3CH=CHCHCH_2CHCH_3$ (CH₃ و CH₃) — السلسلة الأم 2-هبتين

خطوة 3. قم بتسمية كل بديل.

1 2 3 4 5 6 7

$CH_3CH=CHCHCH_2CHCH_3$ (CH₃ و CH₃) — يمثل كل بديل مجموعة ميثيل.

مجموعتا ميثيل

خطوة 4. حدد العدد الموجود من عناصر كل مجموعة بديلة وصِفْ البادئة الصحيحة لمثيل هذا العدد. ثم، أدرج الأرقام الدالة على المواقع للحصول على البادئة الكاملة.

1 2 3 4 5 6 7

$CH_3CH=CHCHCH_2CHCH_3$ (CH₃ و CH₃)

السلسلة الأم 2-هبتين

مجموعتا ميثيل في الموقعين 4 و6

البادئة هي 4،6-ثنائي الميثيل

خطوة 5. ليس من الضروري ترتيب أسماء المجموعات البديلة أبجديًا لأنها متطابقة. طبّق البادئة الكاملة على اسم السلسلة الأم للألكين. استخدام الفواصل بين الأرقام والشرطات بين الأرقام والكلمات. اكتب الاسم 6،4-ثنائي ميثيل-2-هبتين.

3 تقييم الإجابة

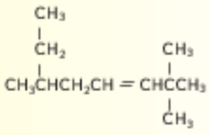
تتضمّن أطول سلسلة كربون الرابطة الثنائية. أمّا موقع الرابطة الثنائية فلديه أدنى رقم ممكن. تحدد البادئات الصحيحة وأسماء مجموعات الألكيل فروع السلسلة.

تطبيقات

17. استخدم قواعد IUPAC لتسمية الصيغ البنائية الآتية.

a. $CH_3CH=CHCHCH_3$ (CH₃)

b.



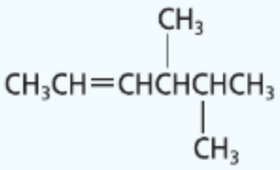
18. تحدي ارسم الصيغة البنائية للمركب 3،1-بنتادايين

الرياضيات في الكيمياء

الهدرجة كم عدد مولات غاز الهيدروجين التي يجب إضافتها إلى 1 mol من ألكين لديه رابطتين مزدوجتين لتحويله إلى ألكان بالكامل؟ 2 mol ض م

مثال في الصف

السؤال اذكر اسم الألكين المَبيّن.



الإجابة 5, 4-ثنائي ميثيل-2-الهكسين

تطبيقات

اطلب من الطلاب مراجعة ملحق الحلول المحددة للاطلاع على الحلول الكاملة للمسائل التي أرقامها فردية.

17. a. 4-ميثيل-2-البنتين
b. 2, 2, 6 ثلاثي ميثيل-3-الأوكتين
18. $CH2=CHCH=CHCH3$

استخدام المصطلحات

العلمية

المفردات كلّف الطلاب بكتابة عبارات تشرح معنى المصطلحين ألكين وألكاين. ض م

تطوير المفاهيم

صيغ عامة تأكد من إدراك الطلاب أنّ الصيغ العامة للألكينات والألكاينات تنطبق على تلك التي تتميّز برابطة واحدة غير مشبعة فقط. كما أنّها لا تنطبق على الألكينات والألكاينات الحلقية. ض م ض م

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى سيتمكن بعض الطلاب من فهم أوجه الاختلاف بين الألكانات والألكينات والألكاينات بصورة أفضل إذا تمكنوا من المقارنة بينها باستخدام النماذج. كلّف الطلاب بإنشاء نماذج للإيثان والإيثين والإيثاين، ثم اطلب منهم سرد أوجه الشبه وأوجه الاختلاف التي تتضح من النماذج فقط. ينبغي أن يكتشف الطلاب أيضًا أنّ ذرتي الكربون في الإيثين لا يمكنهما الدوران بعضهما مع بعض بسهولة، في حين أنّ ذرتي الكربون في الإيثان يمكنهما ذلك. لا يمكن لذرات الكربون الدوران في الإيثاين أيضًا، لكنّ هذه الخاصية لا تُعتبر مهمة في الألكاينات. ض م

■ **الشكل 14** يتيح استخدام الإيثين لإنضاج المحاصيل للمزارعين قطف الفواكه والخضروات قبل نضوجها.
اشرح سبب كون استخدام الإيثين مفيدًا للمزارعين.

خصائص الألكينات واستخداماتها إنّ الألكينات غير قطبية مثلها في ذلك مثل الألكانات. وبالتالي فإنّ قابلية ذوبانها في الماء منخفضة، بالإضافة للانخفاض النسبي درجة انصهارها ودرجة غليانها. مع ذلك، تُعد الألكينات أكثر تفاعلاً من الألكانات لأن الرابطة التساهمية الثانية ترفع كثافة الإلكترون بين ذرّتي الكربون، مما يوفر موقعًا جيدًا للتفاعل الكيميائي. تستطيع المواد المتفاعلة التي تجذب الإلكترونات سحب الإلكترونات بعيدًا عن الرابطة الثنائية.

إنّ العديد من الألكينات يتكوّن بشكل طبيعي في الكائنات الحية. على سبيل المثال، إنّ الإيثين هرمون تنتجه النباتات بشكل طبيعي. وهو يتسبب في نضج الفاكهة ويؤدي دورًا في تساقط الأوراق من الأشجار استعدادًا لفصل الشتاء. تنضج ثمار الفاكهة المبيّنة في الشكل 14 وغيرها من المحاصيل التي تباع في محلات البقالة بشكل غير طبيعي إثر تعرضها للإيثين. كما أنّ الإيثين مادة أولية تدخل في تركيب البولي إيثيلين البلاستيكي المستخدم في تصنيع العديد من المنتجات، بما في ذلك الأكياس البلاستيكية والحبال وأواني الحليب. كما تدخل الألكينات الأخرى في تكوين الروائح في الليمون الأخضر والليمون الأصفر وأشجار الصنوبر.

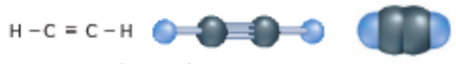
الألكاينات

يُطلق إسم **الألكاينات** على الهيدروكربونات غير المشبعة التي تحتوي على رابطة ثلاثية واحدة أو أكثر بين ذرات الكربون مجمعة في سلسلة. تتضمّن الروابط الثلاثية مشاركة أزواج الإلكترونات الثلاثة. إنّ الألكاين الأبسط تكوينًا والأكثر استخدامًا هو الإيثاين (C_2H_2) الشائع والمشهور بإسم الأسيتيلين. ادرس نماذج الإيثاين المبيّنة في الشكل 15.

تسمية الألكاينات تسمّى الألكاينات ذات السلاسل المستقيمة والألكاينات ذات السلاسل المتفرعة بالطريقة نفسها التي تسمّى بها الألكينات، مع الفرق الوحيد الذي يتمثّل في كون اسم السلسلة الأم ينتهي بالأحرف "اين" بدلاً من "ين". ادرس الأمثلة الواردة في **الجدول 6**. تشكل الألكاينات ذات الرابطة التساهمية الثلاثية سلسلة متجانسة مع الصيغة العامة C_nH_{2n-2}.

☑ **التأكد من فهم النص** استدلّ من خلال النظر إلى الروابط التي يحتوي عليها الإيثاين، على سبب تفاعله الشديد مع الأكسجين.

■ **الشكل 15** تمثل نماذج الجزيئية الثلاثة هذه الإيثاين.



نماذج الإيثاين (الأسيتيلين)

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دفتر الكيمياء

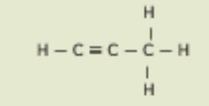
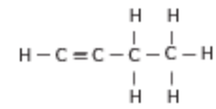
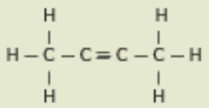
ألكاين طبيعي في حين أنّ الألكينات تتكوّن غالبًا في الطبيعة، فإنّ الألكاينات يصعب العثور عليها. يمثّل مركّب الداينميسين A أحد الألكاينات التي تتكوّن بصورة طبيعية، وهو تركيب معقد متعدد الحلقات لديه رابطتين ثلاثيتين بين ذرتي كربون. وقد تم اختباره باعتباره مادة محتملة مضادة للسرطان. كلّف الطلاب بإجراء بحث حول تركيب الداينميسين A ومصادره الطبيعية وتسجيل النتائج التي توصّلوا إليها في دفاتر الكيمياء لديهم. ع م

سؤال الشكل 14
كن قطف كل النانج ونقله إلى السوق
يعه في الوقت نفسه، مما يزيد الأرباح
ن أقصى حدّ.

التأكد من فهم النص لدى الرابطة
الثلاثية كثافة عالية من إلكترونات.
تحث مجموعة الإلكترونات ثنائيات
الأقطاب في الجزيئات القريبة،
فتصبح هذه الأخيرة مشحونة
وتفاعلية بشكل غير متساو.

خلفية عن المحتوى
محضير الأستيلين كان الكيميائي الفرنسي
رسيلان بيير أوجين برتيلو أول من وصف
يثاين أو الأستيلين، في العام 1862. وتم
حضيره لأول مرة على نطاق واسع في
عقد الأخير من القرن التاسع عشر. أولًا،
حُّن الحجر الجيري ($CaCO_3$) لتكوين
جير الحي، الذي غالبًا ما يتكوّن من
سيد الكالسيوم (CaO).
$CaCO3 \rightarrow CaO + CO$
بعد ذلك، يُسخّن أكسيد الكالسيوم في
ن مع كربون في صورة فحم الكوك، وهو
دة تنتج عند تسخين الفحم في غياب
كسجين ويكون الناتج الثانوي أول أكسيد
كربون.
$CaO + 3C \rightarrow CaC2 + C$
بعد ذلك، يتفاعل كربيد الكالسيوم مع
اء لتكوين الأستيلين.
$CaC2 + 2H2O \rightarrow C2H2$
$Ca(OH$
يُنتج الكثير من الأسيتيلين حاليًا عن
ريق الأكسدة الجزئية للميثان.
$6CH4 + O2 \rightarrow 2C2H2 + 2CO$
$10H$

الجدول 6 أمثلة على الألكاينات

الاسم	الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	الصيغة البنائية المختصرة
إيثاين	C_2H_2		$CH \equiv CH$
بروباين	C_3H_4		$CH \equiv CCH_3$
1-بيوتاين	C_4H_6		$CH \equiv CCH_2CH_3$
2-بيوتاين	C_4H_6		$CH_3C \equiv CCH_3$

تجربة مصغرة

تصنيع وملاحظة الإيثاين

لماذا يستخدم الإيثاين في لحام المعادن؟

الإجراء

1. حدد احتياطات السلامة لهذه التجارب قبل البدء في العمل.
2. إستخدم شريطًا مطاطيًا لتثبيت شريحة خشبية بطرف مسطرةطولها حوالي **40 cm**، بحيث يبرز حوالي **10 cm** من الشريحة عند طرف المسطرة.
3. ضع **120 mL** من الماء في كأس سعته **150 mL** ثم أضف **5 mL** من سائل الجلي. اخلط المزيج جيدًا.
4. استخدم ملقطًا لالتقاط قطعة من كربيد الكالسيوم (CaC_2) صغيرة بحجم حبة بازلاء. لا تلمس CaC_2 بأصابعك. تحذير: CaC_2 مادة أكالة؛ فهي حال لامس غبار CaC_2جلدك، إغسله فورًا بالكثير من الماء. ضع قطعة من CaC_2 في كأس يحتوي على محلول تنظيف.
5. إستخدم الثقاب لإشعال النار في الشريحة الخشبية بينما تمسك المسطرة من الطرف الآخر للشريحة. اغمس طرف الشريحة المشتعل على الفور في الفقاعات التي تشكلت من التفاعل الذي تم في الكأس. ثم بإخماد النار المشتعلة في طرف الشريحة بعد ملاحظة التفاعل.
6. استخدم ساق تحريك لإبعاد الفقاعات الخليلة الكبيرة من الإيثاين. هل تطفو أم تغوص في الهواء؟
7. إغسل الكأس جيدًا، ثم أضف **25 mL** من الماء المقطر وقطرة من محلول الفينول. استخدم ملقطًا لوضع قطعة صغيرة من CaC_2 في المحلول. لاحظ النتائج.

التحليل

1. **الاستدلال** ما الذي يمكن استدلاله حول كثافة الإيثاين بالمقارنة مع كثافة الهواء؟
2. **التوقع** يُنتج تفاعل كربيد الكالسيوم مع الماء ناتجين اثنين. أحدهما هو غاز الإيثاين (C_2H_2). ما هو الناتج الثاني؟ اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

تجربة مصغرة

الهدف سيقوم الطلاب بتحضير الإيثاين وملاحظة بعض خصائصه.

المهارات العملية الملاحظة والاستدلال، مشاركة المعرفة، تطبيق المفاهيم

احتياطات السلامة ناقش المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل. حذِّر الطلاب من الانحناء فوق الإناء أثناء إشعال الفقاعات. ويجب ربط الشعر الطويل إلى الخلف. تمثل المادة الكاوية بعض الشيء $Ca(OH)2$، التي تنتج عند تفاعل CaC2 مع الرطوبة، السبب الأساسي لتجنب ملامستها للعين والجلد.

التخلص من المخلفات اسكب محلول التفاعل في المغسلة مع كمية من الماء. اترك أي CaC2 أصبح رطبًا يتفاعل تمامًا مع الماء قبل سكب المحلول.

استراتيجيات التدريس

- يمكن استخدام أوتاد أو أعواد ثقاب موقد طويلة بدلًا من المساطر. تأكد من إخماد الطلاب للنار المشتعلة في الشرائح قبل أن تحترق المسطرة.
- ستكون الفقاعات مكوَّنة من الإيثاين النقي نسبيًا ولذا يجب ألا تحترق بشكل انفجاري عند إشعالها كما كان سيحدث لو كانت في خليط من الإيثاين والهواء.

النتائج المتوقعة يجب أن يندفع الإيثاين عند الإشعال ويحترق على شكل كرة برتقالية مائلة إلى الصفرة ترتفع من الإناء. قد يترسّب السناج في جوانب الإناء نتيجة الاحتراق غير الكامل. يُعتبر الإيثاين الذي تبلغ كتلته المولية 26 g/mol، أقل كثافة من الهواء الذي يصل متوسط كتلته المولية إلى 29 تقريبًا. قد تطفو الفقاعات إلى أعلى ببطء لكن يجب أن يكون لديها قدرة طفو معتدلة. يجب أن يتحوّل الفينولفثالين إلى اللون الوردي نظرًا إلى تكوّن $Ca(OH)2$.

التقويم

الأداء اطلب إلى الطلاب إجراء بحث عن سبب تسمية كربيد الكالسيوم بمصباح عامل المنجم في بعض الأحيان.

التحليل

1. كثافة أقل بقليل من الهواء.
2. من تغيّر اللون، ينبغي أن يَدرك الطلاب أنه قد تم إنتاج قاعدة. وبما أنّ الأيون الكاتيون الموجود هو $Ca2+$، فقد يستدل الطلاب أنّ المادة غير القابلة للذوبان هي $Ca(OH)2$.

$$CaC2 + 2H2O \rightarrow C2H2 + Ca(OH)2$$

المطويات®

التقويم

تأكد من الفهم

بإجراء اختبار قصير للطلاب لمعرفة إذا كان بإمكانهم تسمية الألكينات ذات سلاسل المستقيمة والمتفرعة باستخدام اذج. ف م ش م

عادة التدريس

مح للطلاب بالعمل في مجموعات نشاء نماذج للألكينات المتفرعة. واطلب ى المجموعات تسمية نموذجها ثم تبادل ماذج مع مجموعة أخرى لمحاولة تسمية ك النموذج أيضًا. ش م التعلم التعاوني

توسّع

لب إلى الطلاب إنشاء نماذج للإيثين صف هندسة الجزيء وشكله. ينبغي أن ت الطلاب أنّه جزيء مسطح. بعد ذلك، لب منهم إضافة مجموعات الميثيل إلى رفي الجزيء لإنتاج جزيء 2-البيوتين. نبغي أن يصف الطلاب الهندسة مرة رى. سيكتشف البعض منهم وجود بنيتين ختلفتين. ش م

■ **الشكل 16.** يتفاعل الإيثاين أو الأسيتيلين مع الأكسجين في التفاعل الكيميائي $2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O$ الذي يولد ما يكفي من الحرارة للحام الفلزات.

المطويات®
أدمج معلومات من هذا القسم في مطويتك.

خصائص الألكاينات واستخداماتها تتميز الألكاينات بخصائص فيزيائية وكيميائية مشابهة لخصائص الألكينات. تخضع الألكاينات للعديد من التفاعلات التي تخضع لها الألكينات. مع ذلك، تكون الألكاينات عادةً أكثر نشاطًا من الألكينات لأن الروابط الثلاثية للألكاينات فيها كثافة إلكترونات أعلى مقارنة بالروابط الثنائية للألكينات. إنّ هذه المجموعة من الإلكترونات فعّالة في تحفيز تكوين الأقطاب في الجزيئات المجاورة، مما يتسبب في شحنها بشكل غير متماثل، وبالتالي تصبح أكثر نشاطًا.

يمثّل الإيثاين المعروف بالاسم الشائع الأسيتيلين، منتجًا ثانويًا لتكرير النفط. كما يتم إنتاجه أيضًا بكميات كبيرة عن طريق تفاعل كربيد الكالسيوم (CaC_2) مع الماء. عند إمداد الإيثاين بما يكفي من الأكسجين، فإنه يشتعل مولّدًا لهبًا ساخنًا كثيفًا بدرجات حرارة قد تصل إلى 3000°C. يتم استخدام لهب الأسيتيلين عادة في لحام الفلزات. كما هو مبيّن في الشكل 16. نظرًا لكون الرابطة الثلاثية تجعل الألكاينات متفاعلة، فإن الألكاينات البسيطة مثل الإيثاين تُستخدم كمواد أولية في صناعة البلاستيك والمواد الكيميائية العضوية الأخرى المستخدمة في الصناعة.

القسم 3 مراجعة

ملخص القسم

- إنّ الألكينات والألكاينات هي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثنائية أو ثلاثية واحدة على الأقل، على التوالي.
- إنّ الألكينات والألكاينات مركبات غير قطبية ذات نشاطية أكبر من تلك التي للألكانات لكنّ لها خواص أخرى شبيهة بتلك التي للألكانات.

19. تفكير ناقد صِفْ وجه/أوجه اختلاف كل من الصيغ البنائية للألكينات والألكاينات من الصيغ البنائية للألكانات.

20. حدد وجه/أوجه اختلاف الخواص الكيميائية لكل من الألكينات والألكاينات من الخواص الكيميائية للألكانات.

21. قم بتسمية البنى المبيّنة مستخدمًا قواعد IUPAC.

a. $CH \equiv CCH_2CH_3$

b. $CH_3CH_2CHCH=CHCH_2CH_3$ (CH_3 متفرع على ذرة الكربون الثالثة)

22. أرسم الصيغة البنائية لكل من 4-ميثيل-1،3-بيتادين و 3،2-ثنائي ميثيل-2-بيوتين.

23. استدل على كيفية مقارنة درجات الغليان والتجمد للألكاينات مقارنة بدرجات الغليان والتجمد للألكانات التي تحتوي على نفس عدد ذرات الكربون. اشرح استنتاجك. ثم ابحث في البيانات لمعرفة ما إذا كانت تدعم فكرتك.

24. توقع أيّ ترتيب هندسي تتوقّع من الروابط المحيطة بذرة كربون في كل من الألكانات والألكينات والألكاينات؟ (تلميح: يمكن استخدام نظرية تنافر أزواج إلكترونات التكافؤ لتوقع الشكل).

حقوق الطبع والنشر © محفوظة لصالح مؤسسة جلنكو وشركاه (إعلانات) ش.م.

القسم 3 مراجعة

19. لدى الألكانات روابط أحادية في تراكيبها. ولدى الألكينات رابطة مزدوجة واحدة على الأقل في تراكيبها. أمّا الألكاينات فلديها رابطة ثلاثية واحدة على الأقل في تراكيبها.

20. الألكينات والألكاينات أكثر نشاطاً من الألكانات. وهذا بسبب اشتمالهما على مناطق ذات كثافة إلكترونات مركزة تجتذب مواد متفاعلة ذات شحنة متضادة.

21. a. 1-البيوتاين

b. 5-ميثيل-3-الهيبتن

22. راجع دليل الحلول للتعرف على التراكيب الجزيئية.

23. نظرًا إلى أنّ الألكاينات أكثر قطبية قليلاً، تكون درجة انصهارها وغليانها أعلى من الألكانات. إنّ البيانات تدعم هذه الفرضية.

24. نتوقع نظرية تنافر أزواج إلكترونات التكافؤ ترتيبات الرابطة الهندسية التالية.
الألكان: شكل رباعي الأوجه؛ الألكين: شكل مسطح ثلاثي الزوايا؛ الألكاين: شكل خطي

أيزومرات الهيدروكربونات

الفكرة الرئيسة لبعض الهيدروكربونات الصيغة الجزيئيّة نفسها ولكنّها تختلف من حيث التركيبات الجزيئيّة.

الأسئلة الرئيسة

- كيف يمكن التمييز بين الاثنين الرئيسيتين من الأيزومرات – الأيزومرات البنائية والفراغية؟
- ما أوجه الاختلاف بين الأيزومرات الهندسية؟
- ما التنوع البنائي في الجزيئات التي ينتج عنها الأيزومرات الضوئية؟

مفردات للمراجعة

الإشعاع الكهرومغناطيسي electromagnetic radiation: موجات مستعرضة تنقل الطاقة خلال الفراغ.

مفردات جديدة

أيزومر	isomer
أيزومر بنائي	structural isomer
أيزومر فراغي	stereoisomer
أيزومر هندسي	geometric isomer
عدمُ التناظر المرآتي	chirality
كربون لا متناظر	asymmetric carbon
أيزومر ضوئي	optical isomer
دوران ضوئي	optical rotation

الكيمياء في حياتك

هل سبق أن قابلت توأمين متماثلين؟ التوأمان المتماثلان لهما نفس التركيب الجيني، إلا أنهما شخصان منفصلان يتمتعان بشخصيّتين مختلفتين. الأيزومرات مشابهة للتوائم، إذ لديها الصيغة الجزيئيّة نفسها ولكنّها تختلف من حيث التركيب البنائي والخصائص.

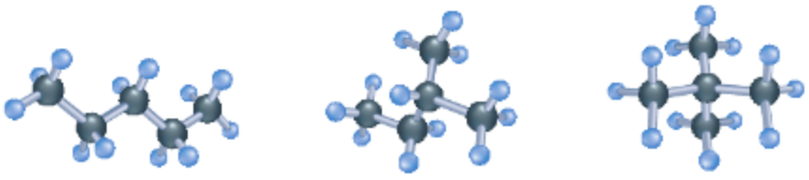
أيزومرات بنائية

ادرس النماذج المكونة من ثلاثة ألكانات الموجودة في الشكل 17 لتحديد أوجه الشبه والاختلاف بينها. للألكانات الثلاثة 5 ذرات كربون و 12 ذرة هيدروجين، بذلك يصبح لها الصيغة الجزيئية C_5H_{12}. على الرّغم من ذلك، تمثل هذه النماذج ثلاثة ترتيبات مختلفة للذرات وثلاثة مركبات مختلفة — وهي بنتان، و 2 – ميثيل بيوتان، و 2,2 – ثنائي ميثيل البروبان. إنّ هذه المركبات الثلاثة هي أيزومرات. **الأيزومرات** هي مركبان أو أكثر من المركبات التي لها نفس الصيغة الجزيئية ولكنها تختلف في الصيغة البنائية. لاحظ أن البنتان الحلقي والبنتان ليسا أيزومرين لأن الصيغة الجزيئية للبنتان الحلقي هي C_5H_{10}.

ثمّة فئتان رئيسيتان من الأيزومرات. يعرض الشكل 17 مركبات تُعدّ أمثلة على الأيزومرات البنائية. **الأيزومرات البنائية** لها الصيغة الكيميائيّة نفسها، ولكن ذراتها مرتبطة من خلال ترتيبات مختلفة. للأيزومرات البنائية خصائص كيميائية وفيزيائية مختلفة على الرغم من أنّه لديها الصيغة نفسها. تدعم هذه الملاحظة أحد المبادئ الرئيسة للكيمياء وهو أن، بنية المادة تحدد خصائصها. كيف يرتبط اتجاه درجات الغليان للأيزومرات C_5H_{12} بصيغتها البنائية؟

كلما ازداد عدد ذرات الكربون في الهيدروكربون، ازداد أيضًا عدد الأيزومرات البنائية المحتملة. على سبيل المثال، هناك تسعة ألكانات لها الصيغة الجزيئية C_7H_{16}. وهناك أكثر من 300,000 أيزومر بنائي لديه الصيغة $C_{20}H_{42}$.

■ **الشكل 17** إنّ هذه المركبات التي لها الصيغة الجزيئيّة نفسها، C_5H_{12}، هي أيزومرات بنائية. لاحظ الاختلاف في درجات غلياناتها.



2,2- ثنائي ميثيل بروبان
درجة الغليان = 9°C

2- ميثيل بيوتان
درجة الغليان = 28°C

البنتان
درجة الغليان = 36°C

1 التركيز

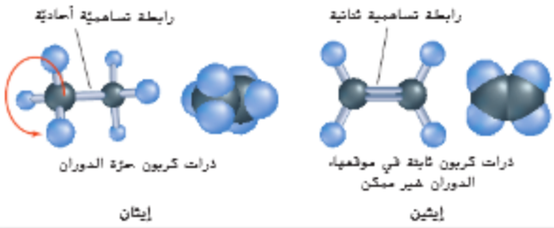
الفكرة الرئيسة

الأيزومرات استخدم حقيبة النماذج الجزيئية، لإعداد الأيزومرات البنائية المبيّنة في الشكل 17. اعرض النماذج بحيث يتمكّن الطلاب من رؤيتها. كلّف طالب متطوع بذكر الصيغة الجزيئية لكل تركيب. C5H12 اسأل الطلاب عن أوجه الشبه بين الصيغ الجزيئية. إنّ الصيغ الجزيئية متماثلة في الجزيئات الثلاثة كلّها. كلّف الطالب المتطوع بوصف أوجه الاختلاف بين الجزيئات. ترتبط ذرات الكربون في مواقع مختلفة. وضّح للطلاب أنّ هذه النماذج تمثّل الأيزومرات البنائية. ق م

■ **سؤال عن النص** قد يستنتج الطلاب أنّ درجة الغليان تزداد كلما قلّت تفرّعات الجزيء وأصبح خطّيًا أكثر.

التدريس المتمايز

متعلمون فوق المستوى اسأل الطلاب القيام برسم كل الأيزومرات البنائية للهيدروكربون بالصيغة C7H16.
ثمّة تسعة أيزومرات بنائية، الهبتان و2–ميثيل الهكسان و3–ميثيل الهكسان و2,3–ثنائي ميثيل البنتان و –2, 4 ثنائي ميثيل البنتان و2,2–ثنائي ميثيل البنتان و3,3–ثنائي ميثيل البنتان و3–إيثيل البنتان و –2, 2, 3 ثلاثي ميثيل البيوتان. ق م



■ **الشكل 18** إنّ ذرات الكربون ذات الرابطة الأحادية في الإيثان لها حريّة الدوران حول الرابطة. بينما تقاوم ذرات الكربون ذات الرابطة الثنائية في الإيثين حركة الدوران.

أشرح كيف تعتقد أن هذا الاختلاف في القدرة على الدوران من شأنه أن يؤثر على الذرات أو مجموعات الذرات المرتبطة مع ذرات الكربون ذات الرابطة الأحادية وذرات الكربون ذات الرابطة الثنائية؟

أيزومرات فراغية

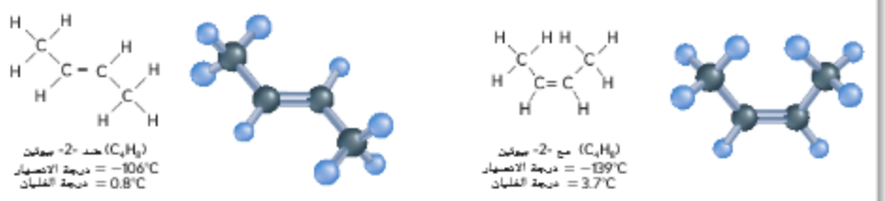
تحتوي الفئة الثانية من الأيزومرات على اختلاف غير ملحوظ في الترابط. **الأيزومرات الفراغية** هي الأيزومرات التي تترابط فيها كل الذرات بالترتيب نفسه ولكنها تترتب بشكل مختلف في الفراغ. ثمّة نوعان من الأيزومرات الفراغية. يحدث أحد النوعين في الألكينات التي تحتوي على روابط مزدوجة. ويمكن لذرتي كربون تربطهما رابطة أحادية أن تدورا بحرية مع بعضهما البعض. ولكن، عند وجود رابطة تساهميّة ثانية، لا تكون ذرات الكربون قادرة على الدوران، إذ تُصبح ثابتة في مكانها، كما هو مبين في الشكل 18.

قارن بين تركيبي 2-بيوتين المحتملين المبينين في الشكل 19. يُشار إلى الترتيب الذي تكون فيه مجموعتي الميثيل على الجانب نفسه من الجزيء بالبادئة مع (cis)-.يُشار إلى الترتيب الذي تكون فيه مجموعتي الميثيل على جوانب متقابلة من الجزيء بالبادئة ضد (trans)-. إنّ هذين المصطلحين مُشتقّان من اللغة اللاتينية، مع (cis) تعني الجهة نفسها وضد (trans) تعني الجهة المختلفة. لا يمكن أن تتحول صيغة مع (cis)- إلى -ضد (trans) بسهولة بسبب عدم قدرة ذرات الكربون ذات الرابطة الثنائية على الدوران.

يُطلق على الأيزومرات الناتجة عن الترتيبات المختلفة للمجموعات حول الرابطة الثنائية اسم **الأيزومرات الهندسية**. لاحظ كيف يؤثر الاختلاف في الهندسة على الخصائص الفيزيائية للأيزومرات، مثل درجة الانصهار ودرجة الغليان. كذلك، تختلف الأيزومرات الهندسية في بعض الخصائص الكيميائية أيضًا. إذا كان المركب نشط بيولوجيًا، مثل العقاقير، يكون لأيزومرات مع (cis)- و ضد (trans)- تأثيرات مختلفة جدًا.

التأكد من فهم النص اشرح أوجه الاختلاف بين الأيزومرات البنائية والأيزومرات الهندسية.

■ **الشكل 19** تختلف أيزومرات 2-بيوتين في الترتيب داخل الحيز الفراغي لاثنين من مجموعات الميثيل على الأطراف. لا يمكن لذرات كربون الرابطة الثنائية أن تدور بعضها مع بعض، لذلك تُبقي مجموعات الميثيل في أحد هذين الترتيبين.



حقوق الطبع © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس

إنشاء نموذج

أيزومرات مع وضد (*cis* و *trans*) اطلب إلى كل مجموعة مكوّنة من طالبيْن أو ثلاثة إنشاء نماذج لكل من 2-البيوتين مع وضد (cis و trans). اجمع كل النماذج واستخدمها لتوضيح الطريقة التي يؤثر بها اختلاف قدرة الجزيئات على الاقتراب من بعضها في خصائصها. ض م

سؤال الشكل 18

مجموعات الذرات المرتبطة بذرات كربون ذات رابطة أحادية، ليست ثابتة في الفراغ، لكنها تدور مع ذرات الكربون. وتكون مجموعات الذرات المرتبطة بذرات كربون ذات رابطة مزدوجة، ثابتةً في الفراغ، فيما يتعلق أحدها بالآخر بسبب الرابطة المزدوجة التي تمنع ذرات الكربون من الدوران.

التقويم

المعرفة اسأل الطلاب القيام بتمييز بين المصطلحين نظير وأيزومر. النظائر هي عناصر لها العدد الذري نفسه لكن أعدادها الكتلية مختلفة. أمّا الأيزومرات، فهي مركّبات لها الصيغة الجزيئية نفسها لكنّ تراكيبها مختلفة. ض م

التأكد من فهم النص تتميّز الأيزومرات البنائية بأنّ لها الصيغة الكيميائية نفسها، لكنّ ذراتها مرتبطة وفق ترتيبات مختلفة. إنّ الأيزومرات الهندسية هي أيزومرات بنائية تتميّز بترتيبات مختلفة للمجموعات حول رابطة مزدوجة.

دفتر الكيمياء

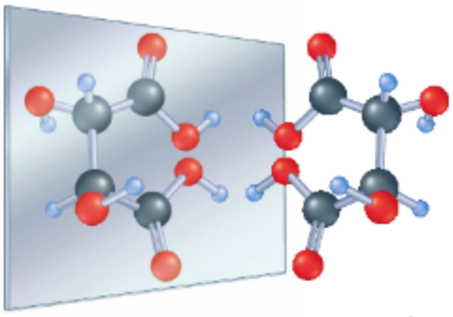
لويس باستور كلّف الطلاب استكشاف مجالات لويس باستور البحثية المتعددة وكتابة ملخص موجز عن أعماله في دفاتر الكيمياء لديهم. ض م

■ الشكل 20 يبدو انعكاس كفّك الأيمن في المرآة تمامًا مثل انعكاس كفّك الأيسر. ومع ذلك، عندما تضع راحتي يديك إحداهما فوق الأخرى، لا تتطابق أجزاؤهما مع بعضها.

عدمُ التماثل المرآتي

السرعة **وعالم الأحياء** في عام 1848، أعلن الكيميائي الفرنسي الشاب لويس باستور (1822–1895) عن اكتشافه أن بلورات المركب العضوي حمض الطرطريك موجودة في شكلين متماثلين. ولمّا كان كلّ إنسان متماثلين، وكأنّ الواحد صورة مرآتية من الأخرى، كما هو مُبيّن في **الشكل 20**. سمّي هذين الشكلين بالشكل الأيمن والشكل الأيسر. لشكلي حمض الطرطريك الخصائص الكيميائية نفسها ودرجة الانصهار والكثافة والذوبان في الماء نفسها، إلّا أنّه لم يتمّ إنتاج سوى الشكل الأيسر باستخدام طريقة التخمير. وبالإضافة إلى ذلك، لم تكن البكتيريا قادرة على التكاثر إلّا عند تغذّيها على الشكل الأيسر كمادة غذائية.

إنّ الشكلين البلوريين لحمض الطرطريك موجودان في الترتيبين المبيّنين في **الشكل 21**. يُسمّى هذين الشكلين حاليًا بـاسم d–حمض طرطريك و l–حمض طرطريك. ترمز الحروف d و l للبادئات اللاتينية *-dextro*، التي تعني إلى اليمين، و *-levo*، التي تعني إلى اليسار. يُطلق على الخاصية التي يكون فيها الجزيء في في الشكلين الأيمن والأيسر اسم **عدمُ التماثل المرآتي**. لدى العديد من المواد الموجودة في الكائنات الحية، مثل الأحماض الأمينية التي تشكل البروتينات، عدم تماثل مرآتي. وبشكل عام، تستخدم الكائنات الحية شكل متماثل واحد فقط للمادة، لأن هذا الشكل فقط يناسب موقع الانزيم النشط .



d–حمض طرطريك l–حمض طرطريك

■ **الشكل 21** تمثل هذه النماذج شكلي حمض الطرطريك الذي درسه باستور. إذا انعكس نموذج من الشكل الأيمن لحمض طرطريك (d–حمض طرطريك) في المرآة، تكون صورته هي نموذج من الشكل الأيسر لحمض طرطريك (l–حمض طرطريك).

الكيمياء في الحياة اليومية

دهون من النوع ضد (trans)

الأيزومرات في النظام الغذائي
يُطلق على الدهون ذات الأيزومرات ضد (**trans**) اسم الدهون تراص. وتُصنع العديد من المواد الغذائية المعلبة باستخدام دهون تراص لأن مدّه صلاحيّتها أطول من غيرها. وتشير الدلائل إلى أن دهون تراص تزيد من تكوّن نسبة الكوليسترول الضار وتقلل من نسبة الكوليسترول الصحي، مما يزيد من إمكانية الإصابة بأمراض القلب.

التقويم

المعرفة اسأل الطلاب القيام بتسمية أكبر قدر ممكن من العناصر الشائعة التي يمكن أن تمثّل أزواجًا من الأيزومرات الضوئية. تشتمل الاحتمالات على القفازات وقفازات اليد والأحذية والأحذية الطويلة ومضارب الجولف المخصّصة للاستخدام باليدين اليمنى واليسرى وأدوات رياضية أخرى. قد يتمكن طالب أشوّل من تقديم أمثلة، مثل المقص وأدوات أخرى، ليس استخدامها مألوفًا لدى الطلاب الأيمّن. **ث م**

عرض توضيحي سريع

الأيزومرات الضوئية أنشئ نماذج من زوج من الأيزومرات الضوئية لجزيء كيرالي بسيط مثل بروموكلورو فلورو الميثان، وضع أحد النماذج في مواجهة المرآة بحيث يتمكّن الطلاب من رؤية النموذج وصورته في المرآة. بيّن للطلاب أنّ صورة النموذج في المرآة لها الشكل الخاص بنموذج الأيزومر الآخر نفسه. ثم وضّح أنّه لا يمكن تدوير النموذجيْن بشكل يجعلهما متطابقيْن أو متماثليْن. اسمح للطلاب بإعداد أزواج الأيزومرات الخاصة بهم والمقارنة بينها. بما أنّ الطلاب لم يدرسوا الهاليدات العضوية، يمكنك عرض الجزيئات ببساطة على أساس أنّها تشتمل على أربع مجموعات مختلفة تمثّلها كرات من أربعة ألوان مختلفة.

التدريس المتمايز

متعلمون فوق المستوى اسأل الطلاب القيام بالتحقق من أهمية الجزيئات الكيرالية (عدم التماثل المرآتي) بين العناصر الدوائية الحديثة. إنّ الكيرالية الصحيحة مهمة للغاية. بين بعض أزواج الأيزومرات الضوئية، قد يكون لأحدها آثار طبية وللآخر آثار جانبية ضارة للغاية. وقد تم اكتشاف هذا لأول مرة عندما تسبب أيزومر ضوئي في العقار ثاليدوميد في ظهور عيوب خلقية خطيرة. **ث م**

التقويم

الأداء كلّف الطلاب بإنشاء وذجين من نماذج الكرة والعصا لكل من -البنتين مع (*cis*) و2-البنتين الضد (*tran*) والمقارنة بينهما. ف م

المطويات

ختبر تحليل البيانات

ضيحات عن الموضوع

تُعدّ الإيثينات المكلورة من الملوثات الشائعة للمياه الجوفية.

تتمّ الاستفادة من الميكروبات التي تستخدم الإيثين كمصدر للكربون والهيدروجين في ظروف لاهوائية، باستخدامها لتنظيف المياه الجوفية، لكن ثنائي كلورو الإيثين (DCEs) غالبًا ما يبقى مترسبًا فيه.

عملت هذه الدراسة على استكشاف استخدام عوامل مختزلة مختلفة لزيادة سرعة عملية تأكسد ثنائي كلورو الإيثين.

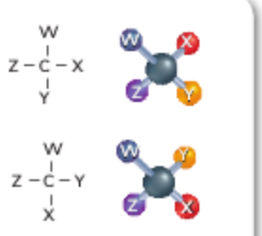
راجع أيضًا Sluis, M.K. et al. 2002. *Microbiology* 148:3617-3629

تفكير الناقد

1. لاكتات
2. ضد (*trans*) 1,2- ثنائي كلورو الإيثين

أيزومرات ضوئية

أدرك علماء الكيمياء في ستينيات القرن التاسع عشر، أن عدم التماثل المرآتي يحدث عندما يحتوي أي مركب على ذرات كربون غير متماثلة. **ذرة الكربون غير المتماثلة** هي ذرة الكربون المرتبطة بأربع ذرات أو مجموعات ذرية مختلفة. يُمكن دائمًا ترتيب المجموعات الأربع بطريقتين مختلفتين. افترض أن المجموعات W و X و Y و Z مرتبطة بذرّة الكربون نفسها الموجودة في الترتيبين المبينين في الشكل 22. لاحظ أن التركيبين مختلفان في أنّ المجموعتين X و Y تبادلتا موقعيهما. لا يمكنك تدوير التركيبين بأي شكل من الأشكال بحيث تجعلهما مطابقين بعضهما لبعض.



■ الشكل 22 تمثل هذه النماذج جزيئين مختلفين. تبدلت الأماكن الخاصة بالمجموعات X و Y.

الآن، لنفترض أنك أنشأت نماذج لهذين التركيبين. هل هناك أي طريقة تمكنك من تدوير أحد التراكيب ليبدو تماماً مثل التركيب الآخر؟ (ألا يهم ظهور الحروف سواء من الأمام أم من الخلف). سوف تكتشف أنه لا توجد أي وسيلة لإنجاز المهمة من دون إزالة X و Y من موقعيهما حول ذرة الكربون. ولذلك، فإن الجزيئات تختلف على الرغم من أنها تبدو إلى حد كبير متشابهة.

تمثل الأيزومرات التي تنجم عن الترتيبات المختلفة لأربع مجموعات مختلفة حول ذرّة الكربون نفسها فئة أخرى من الأيزومرات الفراغية التي يُطلق عليها اسم الأيزومرات الضوئية. تحتوي **الأيزومرات الضوئية** على الخصائص الفيزيائية والكيميائية نفسها ماعدا في حالة التفاعلات الكيميائية إذ يكون عدم التماثل المرآتي مهمًا، مثل تفاعل الإنزيم المحفز في الأنظمة البيولوجية. على سبيل المثال، تدمج الخلايا البشرية فقط الأحماض الأمينية من نوع (l) مع البروتينات. يكون حمض الأسكوربيك من النوع (l) فعالاً مثل فيتامين C. ويكون أيضاً عدم التماثل المرآتي من جزيء الدواء مهمًا. على سبيل المثال، يكون واحداً فقط من الأيزومرات الخاصة ببعض الأدوية فعالاً أما الأيزومرات الأخرى فيمكن أن تكون ضارة.

المطويات
أدمج معلومات من هذا القسم في مطويتك.

مختبر تحليل البيانات

استنادًا إلى بيانات حقيقية*

تفسير البيانات

ما هي سرعات الأكسدة الخاصة بأيزومرات ثنائي كلورو الإيثين؟ بيوتانوفورا الزائفة هي نوع من البكتيريا التي تستخدم بعض الألكانات والكحول والأحماض العضوية كمصادر للكربون والطاقة. تم اختبار هذه البكتيريا كعامل مساعد في تنقية المياه الجوفية من ثنائي كلورو الإيثين (DCE) الملوث. الخلائط المحتوية على عوامل اختزال مختومة وإنزيمات البيوتان الأحادية في بيوتانوفورا الزائفة والأيزومرات المؤكسدة من ثنائي كلورو الإيثين.

البيانات والملاحظات

يبين الجدول سرعة الأكسدة الخاص بكل مركب في بكتيريا بيوتانوفورا الزائفة التي تنمو في البيوتان.

التفكير الناقد

1. قارن أي العوامل المختزلة كان أكثر فائدة في أكسدة كل أيزومر؟
2. استنتج أي أيزومر متأكسد هو الأبطأ؟

سرعات الأكسدة

	السرعة الابتدائية للأكسدة ($nmol\ min^{-1}\ mg\ protein^{-1}$)	
عامل مختزل	1,2-cis DCE	1,2-trans DCE
منظم	0.9 (1.0)	1.6 (1.0)
بيوتيرات	6.8 (7.6)	2.0 (1.3)
بروبانوات	5.9 (6.6)	0.4 (0.3)
أسيتات	8.5 (9.4)	3.8 (2.8)
فورمات	1.4 (1.6)	1.2 (0.7)
لاكتات	11 (12.2)	4.5 (2.8)

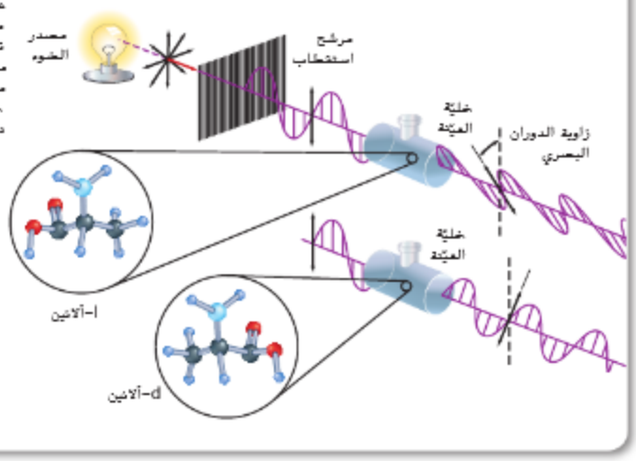
تمثل القيم بين قوسين الزيادة (n عددها) على سرعة الجول.

* تم التعديل على الرغم من، من إم ميلي وآخرون. 2005. يقدر أيزومرات dichloroethene على التحلل والتضاعف وإنزياتها البيتان الأحادية في بكتيريا الألكان المؤكسدة "بيوتانوفورا الزائفة". تطبيق علم الجراثيم البيئية. أكتوبر 6059-6054.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح جلنكو McGraw-Hill Education

مشروع الكيمياء

الكيمياء الفراغية وتمييز الروائح اسأل الطلاب القيام بإجراء بحث حول أهمية الشكل الجزيئي، الناتج خصوصًا عن أوجه الاختلاف في الكيمياء الفراغية، في حاسة الشم لدى الإنسان. يجب على الطلاب كتابة تقرير حول هذا الموضوع، وتقديمه إلى الصف. ف م



■ **الشكل 23** ينتج الضوء المستقطب عند تمرير الضوء العادي من خلال مرشح ينقل الموجات الضوئية التي تكمن في سطح واحد فقط. هذا، تكون موجات الضوء التي تم ترشيحها في مستوى رأسي قبل أن تمر من خلال خلايا العيّنة. يعمل الأيزومران على دوران الضوء في اتجاهات مختلفة.

الدوران الضوئي إنّ الإنزيمات التي يكون كلّ منها صوره مرآه للآخر تُسمّى أيزومرات ضوئية لأنها تؤثر على الضوء الذي يمر من خلالها. عادةً، تنتقل الموجات الضوئية المرسلة من أشعة الشمس أو من المصباح الكهربائي في كل الأسطح الممكنة. ومع ذلك، يمكن ترشيح الضوء أو عكسه بمثل هذه الطريقة بحيث تكمن جميع الموجات التي يتم تحصيلها في نفس السطح. يُطلق على هذا النوع من الضوء اسم الضوء المستقطب.

عندما يمر الضوء المستقطب من خلال محلول يحتوي على أيزومر ضوئي، يدور سطح الاستقطاب في اتّجاه اليمين (في اتجاه عقارب الساعة، عند النظر باتجاه مصدر الضوء) من قبل أيزومر – d أو إلى اليسار (عكس عقارب الساعة) من قبل أيزومر – l. وينتج عن ذلك تأثير يسمى **دوران ضوئي**. ويظهر هذا التأثير في الشكل رقم 23.

يمكنك استخدام أيزومر ضوئي واحد هو l–المنثول. يحتوي هذا الأيزومر الطبيعي على نكهة نعناع قوية ورائحة وطعم منعشين. الصورة المعكوسة للأيزومر d–المنثول ، ليس لها نفس التأثير المنعش مثل l–المنثول.

القسم 4 مراجعة

ملخص القسم

- تتكون الأيزومرات من مؤكسبين أو أكثر لهما الصيغة الجزيئيّة نفسها ولكن يختلفان في التركيب البنائي.
- تختلف الأيزومرات البنائية في ترتيب ارتباط الذرات بعضها مع بعض.
- تحتوي الأيزومرات الفراغية على جميع الذرات المرتبطة بالترتيب نفسه ولكنّها مُرتّبة بشكل مختلف في الفراغ.

25. الفكرة الرئيسة ارسم جميع الأيزومرات البنائية المحتملة للألكان بالصيغة الجزيئية C_6H_{14}. امرضها فقط في سلاسل الكربون.

26. اشرح الفرق بين الأيزومرات البنائية و الأيزومرات الفراغية.

27. ارسم التركيبات الخاصة الأيزومرين مع–3–هكسين و ضد–3–هكسين.

28. استدلال لماذا تستفيد الكائنات الحية من أحد شكلي الدماثل المرآتي (الكيرالي) لجزيء المادة.

29. تقييم ينتج عن تفاعل معين 80% ضد–2–بنتين و 20% مع–2–بينتين. ارسم تركيبي هذين الإيزومرين الهندسيين، وطور فرضية لتفسير لماذا تتشكل الأيزومرات بالنسب المذكورة.

30. كوّن نماذج بدءًا من ذرة كربون واحدة، وارسم أيزومرين ضوئيين مختلفين من طريق ربط الذرات التالية أو المجموعات بالكربون: $-H$، $-CH_3$، $-CH_2CH_3$، و $-CH_2CH_2CH_3$.

3 التقويم

التأكد من الفهم

ارسم تراكيب أزواج الجزيئات التالية على اللوحة.

اسأل الطلاب القيام بتحديد ما إذا كان كل منها يمثّل أو لا يمثّل زوجًا من الأيزومرات. إن كان الجواب بالإيجاب، فاذكر نوع الأيزومرات الذي تنتمي إليه.

a. البنتان و2–ميثيل البيوتان نعم، أيزومرات بنائية

b. مع وضد – 2–البيوتين نعم، أيزومرات هندسية

c. البيوتان والبيوتان الحلقي لا

d. البيوتان الحلقي و1–البيوتين نعم، أيزومرات بنائية ف م

إعادة التدريس

اسأل الطلاب القيام برسم خريطة مفاهيم تبيّن العلاقات بين المصطلحات التالية: أيزومر وأيزومر بنائي وأيزومر فراغي وأيزومر هندسي وأيزومر ضوئي. ف م

التوسّع

كلّف الطلاب بإجراء بحث وإيجاد الصيغ الجزيئية للشكل حمض الأسكوربيك من النوع (l) (فيتامين C) وشكل–d من حمض الأسكوربيك. ف م

التقويم

المهارة أعطِ كل مجموعة مكوّنة من طالبين أو ثلاثة نموذجًا لمركّب كيرالي بسيط. واطلب إلى كل مجموعة إنشاء نموذج يمثّل الأيزومر الضوئي للمركّب الذي أعطي لهم. ف م

القسم 4 مراجعة

25. راجع دليل الحلول للاطلاع على الرسومات. ستشتمل الإجابات على خمسة أيزومرات بنائية: الهكسان و2–ميثيل البنتان و3–ميثيل البنتان و2,3–ثنائي ميثيل البيوتان و2,2–ثنائي ميثيل البيوتان.

26. تختلف الأيزومرات البنائية بعضها عن بعض من حيث ترتيب ارتباط ذراتها بعضها مع بعض، بينما ترتبط ذرات الأيزومرات الفراغية بالترتيب نفسه لكنّ ترتيبها يختلف في الفراغ.

27. راجع دليل الحلول للاطلاع على الرسومات. في مع 3–هكسين، ترتبط ذرات الهيدروجين بذرات كربون ذات رابطة مزدوجة في الجهة نفسها في سلسلة الكربون. في الشكل الضد (trans)، تقع ذرات الهيدروجين على الجوانب المتقابلة لسلسلة الكربون.

28. بشكل عام، تستخدم الكائنات الحية شكلًا كيراليًا واحدًا فقط من المادة حيث يتناسب هذا الشكل فقط مع الموقع النشط للإنزيم.

29. راجع دليل الحلول للاطلاع على الرسومات. يتكوّن المزيد من الإيزومير المتحول لأنّ تركيبه يتيح تباعد مجموعات الميثيل والإيثيل الضخمة بصورة أكبر من تركيب الأيزومر المقرون.

30. راجع دليل الحلول للاطلاع على الرسومات. يجب أن تبيّن التراكيب المجموعات المدرجة المرتبطة بذرة كربون واحدة. يجب أن تختلف في كون اثنتين من المجموعات المرتبطة يجب أن تنعكس في الفراغ.

التركيز

الفكرة الرئيسة

زين ارسم تركيب كيكوليه المقترح
نزين على اللوحة. اسأل الطلاب عن نوع
ابط الكربون الموجودة في هذا التركيب.
ابط أحادية ومزدوجة متبادلة أخبر
طلاب بأنّ علماء الكيمياء اعتقدوا في
اضي، أنّ هذا هو شكل تركيب البنزين.
سم نموذج البنزين الحالي على اللوحة.
أل الطلاب عن أنواع الروابط الموجودة
ي هذا التركيب. اقبل بكل الإجابات
عقولة. أخبر الطلاب أنّ علماء الكيمياء
ن يعلمون أنّ كل الإلكترونات الموجودة
ي البنزين، تكون مشتركة بين ذرات
ربون الست في الجزيء، الذي تمثّله
ائرة الموجودة في منتصف النموذج.
بر الطلاب بأنّ المشاركة في الإلكترونات
عل البنزين مستقرًا للغاية وغير تفاعلي.

سؤال الشكل 24

نوي على صيغ بنائية ذات حلقة كربون
داسية.

الهيدروكربونات الأروماتية

الفكرة الرئيسة إنّ **الهيدروكربونات الأروماتية هي مركبات مستقرة ومتوازنة على نحو استثنائي، تتميّز بتراكيب حلقية فيها الكترونات تتشاركها ذرّات عديدة.**

الكيمياء في حياتك ما أوجه التشابه بين الأنسجة اللامعة والملونة وحصى تغطية الأسفلت والزيوت الأساسية الموجودة في العطور بشكل عام؟ تحتوي جميعها على هيدروكربونات أروماتية.

تركيب البنزين

تحتوي الأصباغ الطبيعية مثل تلك الموجودة في أنسجة الحماش في الشكل 24، والزيوت الموجودة في العطور على صيغ بنائية ذات حلقة كربون سداسية. لقد استخدمت مركبات لها هذه التراكيب على مدى عدة قرون. بحلول منتصف القرن التاسع عشر، توصل الكيميائيون إلى فهم أساسي لتراكيب الهيدروكربونات ذات الروابط التساهمية الأحادية والثنائية والثلاثية. مع ذلك، فإنّ بعض التراكيب الهيدروكربونية الحلقية لا تزال لغزًا.

إنّ أبسط مثال على هذه الحلقة الهيدروكربونية هو البنزين، الذي قام الفيزيائي الإنجليزي مايكل فاراداي (1867–1791) بعزله للمرة الأولى في العام 1825 من الغازات المنبعثة عندما قام بتسخين زيت الحوت أو الفحم. على الرغم من تحديد الكيميائيين أن الصيغة الجزيئية للبنزين هي C_6H_6، كان صعبًا بالنسبة إليهم تحديد التركيبة الهيدروكربونية التي تعطي هذه الصيغة. توصّلوا في النهاية إلى أنّ صيغة الهيدروكربون المشبع مع ذرات الكربون الستة، الهكسان، هي C_6H_{14}. بما أنّ جزيء البنزين يحتوي على عدد قليل جدًا من ذرات الهيدروجين، فقد استنتج الكيميائيون أنّ هذه الذرات غير مشبعة. حيث إنّها يجب أن تحتوي على عدة روابط ثنائية أو ثلاثية أو مزيج من الاثنين معًا. واقترحوا العديد من التراكيب المختلفة، بما في ذلك هذا التركيب الذي تم اقتراحه في العام 1860.

$$CH_2 = C = CH - CH = C = CH_2$$

على الرغم من أن هذا التركيب يمثل الصيغة الجزيئية C_6H_6، فإن هذا الهيدروكربون قد يكون غير مستقر ومتفاعلًا لأقصى درجة، ذلك بسبب روابطه الثنائية المتعدّدة. مع ذلك، كان البنزين خاملًا إلى حد ما، ولم يتفاعل كما تتفاعل الألكينات والألكايانات عادةً. لهذا السبب، استنتج الكيميائيون أن التراكيب مثل ذلك المبين أعلاه هي خطأ.

■ **الشكل 24** لقد استخدمت الأصباغ لإنتاج الأنسجة الملونة الزاهية لعدة قرون.
وضح أوجه الشبه بين الأصباغ الطبيعية والزيوت العطرية؟

حقوق الطبع © مؤسسة لمنهج مؤسسة McGraw-Hill Education

الأسئلة الرئيسة

- كيفية المقارنة بين خصائص المركبات الهيدروكربونية الأروماتية والأليفاتية وإظهار الاختلاف بينها؟
- ما المادة المسرطنة مع بيان بعض الأمثلة عليها؟

مفردات للمراجعة

الأفلاك المهجنة hybrid orbitals، أفلاك ذرية متعادلة تتشكل خلال الترابط عن طريق إعادة ترتيب إلكترونات التكافؤ

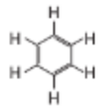
مفردات جديدة

مركب أروماتي
aromatic compound
مركب أليفاتي
aliphatic compound

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى قد يفهم الطلاب عدم تموضع الإلكترونات في البنزين بصورة أفضل إذا ما قاموا بنمذجتها بأنفسهم. كلّف ستة طلاب بتشكيل حلقة بشرية لنمذجة 1,3,5-هكساترين حلقي أولًا (نموذج كيكوليه الأصلي للبنزين) ثم نمذجة البنزين. ذكّر الطلاب أنّ كل ذرة كربون (كل شخص) تتمتع بأربعة إلكترونات تكافؤ، تشترك اثنتان من بينها في روابط (روابط سيجما) مع ذرات كربون متجاورة. يشترك إلكترون آخر في رابطة (رابطة سيجما أيضًا) مع ذرة هيدروجين، فيبقى بالتالي إلكترونًا واحدًا لكل ذرة كربون. في النموذج الأول، يرفع ثلاثة أزواج من الطلاب المتجاورين أذرعهم ويقومون بإمساك كُرتيّ تنس معًا، لتمثيل الإلكترونات في ثلاث روابط ثابتة (رابطة باي). في النموذج الثاني، يمرّر جميع الطلاب كرات التنس الستّ حول الحلقة بصورة مستمرة. م م

حلم كيكوليه في عام 1865، اقترح الكيميائي الألماني فريدريك أوغست كيكوليه (1896–1829) نموذجًا مختلفًا من التركيب للبنزين—شكل سداسي يتكون من ست ذرات كربون تتناوب فيه الروابط الأحادية والثنائية. كيف يمكن مقارنة الصيغة الجزيئية لهذا التركيب مع تركيب البنزين؟



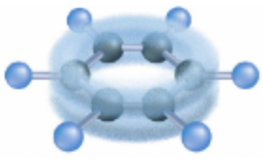
ادعى كيكوليه أنه رأى تركيب البنزين في المنام حينما غلبه النعاس أمام مدفأة في غينت، بلجيكا. وقال إنه رأى حلمًا يتعلق بـأوروبوروس، رمز مصري قديم لثعبان يلتهم ذيله، مما جعله يفكر في تركيب على شكل حلقة. بين التركيب المسطح والسداسي الشكل الذي اقترحه كيكوليه بعض خصائص البنزين، لكنه لم يبين عدم تفاعلية البنزين.

نموذج حديث للبنزين منذ اقتراح كيكوليه، أكدت الأبحاث أن التركيب الجزيئي للبنزين سداسي الشكل فعلًا. ومع ذلك، لم يتمكن أحد من شرح عدم تفاعلية البنزين حتى 1930، حينما اقترح ليبوس بوليوغ نظرية الأفلاك المهجنة. وعند تطبيق هذه النظرية على البنزين، تتنبأ هذه النظرية بأن أزواج الإلكترونات التي تشكل الروابط الثنائية في البنزين لا تقع بين اثنين فقط من ذرات الكربون المحددة كما هو الحال في الألكينات. ولكن أزواج الإلكترونات لم توضع في موضعها الصحيح، وهو ما يعني أنها مشتركة بين جميع ذرات الكربون الست في الحلقة. الشكل 25 يدل على أن هذا الموضع يجعل جزيء البنزين مستقر كيميائيًا لأنه من الصعب شد الإلكترونات المشتركة في ست نويات كربون بعيدًا مقارنةً بالإلكترونات المرتبطة بذواتين فقط. عادةً لا يتم الإشارة إلى ذرات الهيدروجين الست، ولكن من المهم تذكر أنها موجودة. وفي هذا التوضيح، ترمز الدائرة الموجودة في منتصف الشكل السداسي إلى السحابة التي شكلتها ثلاثة أزواج من الإلكترونات.

مركبات أروماتية

يُطلق على المركبات العضوية التي تحتوي على حلقات من البنزين كجزء من تركيبها اسم **المركبات الأروماتية**. استُخدم المصطلح أروماتي في الأصل لأنه تم العثور على العديد من المركبات المتعلقة بالبنزين التي تم الكشف عنها في القرن التاسع عشر في الزيوت ذات الرائحة الجذابة التي تم استخلاصها من التوابل والفواكه وغيرها من أجزاء النباتات الأخرى. ويُطلق على الهيدروكربونات مثل الألكانات والألكينات والألكايات اسم **المركبات الأليفاتية** لتمييزها عن المركبات الأروماتية. يتحدر مصطلح الأليفاتية من الكلمة اليونانية *aleiphatos* دهن، وهي وقد حصل الكيميائيون في وقت مبكر على المركبات الأليفاتية عن طريق تسخين الدهون الحيوانية. أذكر بعض أمثلة الدهون الحيوانية التي قد تحتوي على مركبات دهنية؟

التأكد من فهم النص استدل لماذا لا يزال الكيميائيون يستخدمون مصطلحات المركبات الأروماتية والمركبات الأليفاتية حتى يومنا هذا.



■ **الشكل 25** اقترحت الإلكترونات الرابطة للبنزين بشكل مماثل في شكل دائرة ثنائية حول الحلقة بدلًا من البقاء بالقرب من الذرات الفردية.

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

عطرية

الاستخدام العلمي: مركب عضوي مع زيادة الاستقرار الكيميائي بسبب عدم توضع الإلكترونات

البنزين مركب أروماتي.

الاستخدام العام: وجود رائحة قوية أو رائحة كريهة

كان العطر فواحًا جدًا.

2 التدريس

التقويم

المعرفة كلّف الطلاب برسم تركيب البنزين الخاص بكيكوليه والتركيب الحالي وشرح أوجه الاختلاف بين التمثيلين. خ م

■ **سؤال عن النص** صيغها الجزيئية متماثلة، C_6H_6

☑ **التأكد من فهم النص** استخدمت هذه المصطلحات بشكل ثابت على مرّ السنين وأصبحت جزءًا من اللغة.

■ **سؤال عن النص** دَهن اللحم ودهن الأغنام ودهن الدجاج

عرض توضيحي سريع

حرق الهيدروكربونات تحترق الهيدروكربونات الأليفاتية عادةً في الهواء بصورة أنظف مقارنة بالهيدروكربونات الأروماتية التي تنبعث منها عادةً سحابة مرئية من الدخان الأسود عند الاحتراق. وضّح هذا الاختلاف باختبار لهب يمكن استخدامه للتمييز بين المركّبات الأليفاتية والأروماتية. حرصًا على الملاءمة ولضمان السلامة، استخدم بوليمرات أليفاتية وأروماتية في هذا العرض التوضيحي، بدلًا من المركّبات السائلة. أمسك قطعة من بلاستيك أليفاتي (بولي إيثلين منخفض الكثافة (LDPE) أو بولي إثيلين عالي الكثافة (HDPE) أو بولي بروبلين (PP)) في لهب مستخدمًا ملقطًا لحين اشتعالها. قم باستبعاد القطعة المحترقة عن اللهب، واسأل الطلاب القيام بالملاحظة. دخان. لكن انبعاث السناج منخفض أو منعدم. كرّر النشاط باستخدام بلاستيك أروماتي (بولي إيثيلين تيرفثالات (PETE) أو البوليستيرين (PS)). يتكوّن دخان أسود قاتم. خ م

مشروع الكيمياء

الزيوت الأساسية كلّف الطلاب بإجراء بحث حول الزيوت الأساسية وطريقة الحصول عليها في العصور القديمة. كلّف الطلاب بكتابة تقرير قصير يشرح طريقة معالجتها واستخدامها، وكيفية تغيّر الصناعة في العصور الحديثة. ف م خ م ت م

تعزيز

ركّبات أروماتية اعرض للطلاب صيغًا
ئية أو نماذج المركّبات الأروماتية التالية
ي تحتوي على حلقة بنزين فيها مشتقّ
حد أو أكثر من مجموعة الألكيل. اطلب
هم تسمية التراكيب. راجع طريقة تسمية
لكانات الحلقية المشتقة، إذا لزم الأمر.
ميثيل البنزين (التولوين)
-1, 2 ثنائي ميثيل البنزين (أورثو-زيلين)
-1, 3 ثنائي ميثيل البنزين (ميتا-زيلين)
-1, 4 ثنائي ميثيل البنزين (بارا-زيلين)
أل الطلاب القيام برسم تراكيب أو إنشاء
ذج للمركّبات التالية.
إيثيل البنزين
أيزوبروبيل البنزين
-1, 4 ثنائي إيثيل البنزين ف م

طبيقات في الكيمياء

اني ميثيل البنزين توجد ثلاثة أيزومرات
ختلفة لثنائي ميثيل البنزين، ويشار
بها بـ *o*- و*m*- و*p*-زيلين. يثمز
ورثو أو *o*-زيلين، ويسمى 1-, 2 ثنائي
ثيل البنزين؛ الميتا، أو يثمز *m*-زيلين،
سمى 1-, 3 ثنائي ميثيل البنزين؛ والبارا
p-زيلين، يثمز ويسمى 1-, 4 ثنائي
ثيل البنزين. يستخدم الزيلين كمذيب
ي الدهان والطباعة والمطاط والفراء
لصناعات الجلدية؛ ويستخدم كمزيل
حم وعامل تنظيف؛ وهو مركّب يستخدم
ي وقود السيارات والطائرات؛ كما
ستخدم في تصنيع بعض العطور والمواد
طاردة للحشرات. تتمثل آثاره على
صحة في إلحاق الضرر بالعين وضعف
جهاز العصبي المركزي وخلل في وظيفة
لى والكبد.

التقويم

المعرفة اسأل الطلاب القيام
رد استخدامات كل مركّب من المركّبات
روماتية التالية.
a. بارا-زيلين تصنيع البوليستر
b. نفثالين مواد طاردة للعثة
c. أنثراسين تصنيع الصبغة والخضاب
ف م

نفثالين

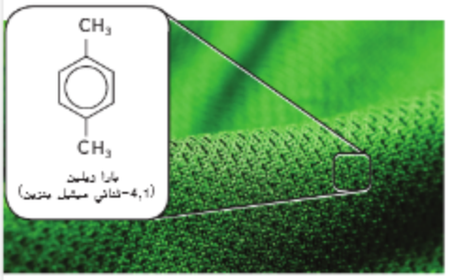
يستخدم النفثالين لإعداد الأصباغ وكطارد للعثة.

أنثراسين

يستخدم الأنثراسين لإنتاج الأصباغ والمواد الملونة.

فينانثرين

يوجد الفينانثرين في الغلاف الجوي بسبب الاحتراق غير الكامل للمواد الهيدروكربونية.



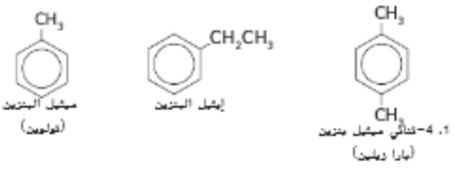
يستخدم الزيلين لصنع ألياف البوليستر والأنسجة.

الشكل 26 وُجدت الهيدروكربونات الأروماتية في البيئة بسبب الاحتراق غير الكامل للمواد الهيدروكربونية وتستخدم لتقديم مجموعة متنوعة من المنتجات.

يعرض الشكل 26 تركيب بعض المركبات الأروماتية. لاحظ أن النفثالين يحتوي على تركيب يبدو مثل حلقتين من البنزين مرتبين جنبًا إلى جنب. النفثالين هو مثال على نظام حلقي مندمج، حيث يحتوي المركب العضوي فيه على تركيبين أو أكثر من التراكيب الحلقية بجانب مشترك. كما هو الحال في البنزين، تتشارك الإلكترونات في ذرات الكربون التي تشكل الأنظمة الحلقية.

تسمية المركبات الأروماتية مثل الهيدروكربونات الأخرى، يمكن أن تحتوي المركبات الأروماتية على مجموعات مختلفة ملتصقة بذرات الكربون الخاصة بها. على سبيل المثال، يتكون ميثيل البنزين، المعروف أيضًا باسم التولوين، من مجموعة الميثيل المرتبطة بحلقة البنزين عوضًا عن ذرة هيدروجين. كلما رأيت مجموعة بديلة مرتبطة بحلقة البنزين، تذكر أن ذرة الهيدروجين لم تعد هناك.

يتم تسمية مركبات البنزين ذات المجموعات البديلة بنفس الطريقة التي تسمى بها الألكانات الحلقية. على سبيل المثال، يحتوي إيثيل البنزين على مجموعة من إيثيل مرتبطة بحلقة البنزين، و 4,1-زيلين، المعروف أيضًا باسم بارا زيلين، يحتوي أيضًا على مجموعتين من الميثيل الملتصقة في الموقعين 1 و 4.



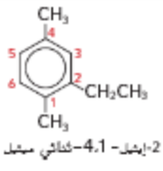
حقوق الطبع © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دفتر الكيمياء

هيدروكربونات أروماتية اسأل الطلاب التفكير في سبب تسمية هذه الهيدروكربونات الحلقية أروماتية، واطلب منهم تدوين إجابتهم في دفاتر الكيمياء لديهم. عند عزل هذه الهيدروكربونات لأول مرة في ستينيات القرن التاسع عشر، تمكن العلماء من تمييزها بواسطة روائحها. ف م

فقط كما هو الحال مع الألكان الحلقي المستبدل، يتم ترقيم حلقات البنزين المستبدل بطريقة تعطي أقل أرقام محتملة للمجموعات البديلة، كما هو مبين في الشكل 27. فترقيم الحلقة كما هو مبين يعطي أرقام 1 و 2 و 4 للمواقع المستبدلة. لأن الإيثيل يتقدم الميثيل في الحروف الأبجدية، فتم كتابته في بداية الاسم، 2-إيثيل- 4.1-ثنائي ميثيل بنزين

التأكد من فهم النص **اشرح** ماذا يعني وجود دائرة داخل هيكل حلقة سداسية في **الشكل 27**.



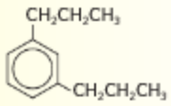
2-إيثيل- 4.1-ثنائي ميثيل بنزين

■**الشكل 27** تتم تسمية حلقات البنزين المستبدلة بنفس الطريقة التي تم تسمية الألكانات الحلقية بها.

مثال 4

تسمية المركبات الأروماتية

قم بتسمية المركب الأروماتي المبين.

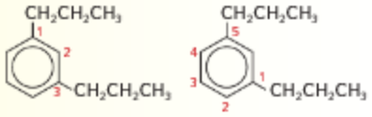


1 تحليل المسألة

يتم إعطائك مركب أروماتي، اتبع قواعد تسمية المركبات الأروماتية.

2 حساب المجهول

خطوة 1. قم بعد ذرات الكربون لإعطاء أصغر عدد ممكن.



كما ترون، فإن الرقمين 1 و 3 هما أقل من الرقمين 1 و 5.
وبالتالي فإن الأرقام المستخدمة لتسمية الهيدروكربونات يجب أن تكون 1 و 3.

خطوة 2. حدد اسم المجموعات البديلة. إذا ظهر نفس المجموعة أكثر من مرة، أضف البادئة لإظهار عدد من المجموعات الحالية.

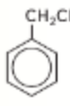
خطوة 3. ضع الاسماء معًا. رتب أسماء المجموعة البديلة أبجديًا واستخدم الفواصل بين الأرقام والشرطات بين الأرقام والكلمات. اكتب الاسم كما يلي3.1 – ثنائي بروبيل بنزين.

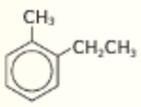
3 تقييم الإجابة

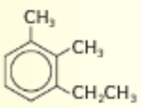
تم ترقيم حلقة البنزين لإعطاء الفروع أصغر مجموعة ممكنة من الأرقام. وتم تحديد أسماء المجموعات المستبدلة بشكل صحيح.

تطبيقات

31. حدد اسم المركبات التالية.

a. 

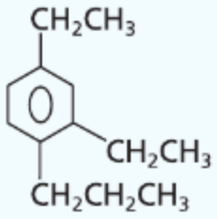
b. 

c. 

32. التحدي ارسم الصيغة البنائية 4.1 – ثنائي ميثيل بنزين.

مثال في الصف

السؤال قم بتسمية المركّب الأروماتي التالي.



الإجابة 1,3-ثنائي إيثيل-4-بروبيل البنزين

تطبيقات

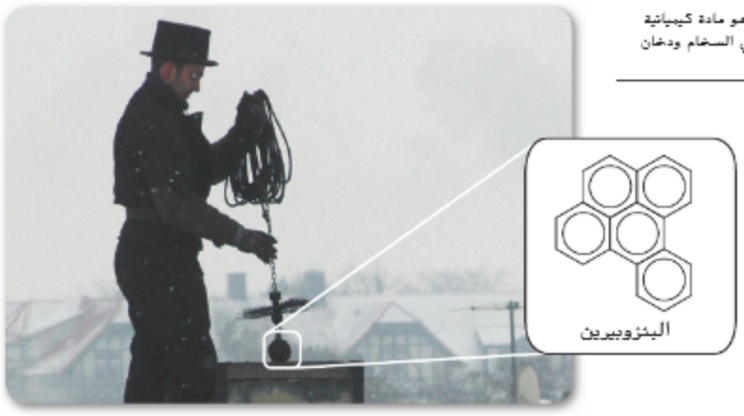
اكلّف الطلاب مراجعة ملحق الحلول المحددة للاطلاع على الحلول الكاملة للمسائل التي أرقامها فردية.

31. a. بروبيل البنزين
b. 1-إيثيل-2-ميثيل البنزين
c. 1-إيثيل-3, 2 ثنائي ميثيل البنزين
32. راجع دليل الحلول

التأكد من فهم النص تتم مشاركة الإلكترونات بين ذرات الكربون الستّ كلّها في الحلقة.

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى اقرن طالب دون المستوى مع طالب يفهم طريقة تسمية المركّبات الأروماتية، واطلب من الأخير أن يشرح للطالب دون المستوى طريقة تسمية الهيدروكربون الأروماتي خطوة بخطوة، باستخدام مثال مسألة. ثم، كلّف الطالب دون المستوى أن يشرح العملية للطالب الذي يفهمها، بينما يقوم الطالب بمتابعة عملية تسمية المركّب الموجود في مثال في الصف. **دم**



■الشكل 28 البنزوبيرين هو مادة كيميائية تسبب السرطان توجد في السخام ودخان السجائر وعادم السيارة.

المواد المسرطنة استخدمت العديد من المركبات الأروماتية لا سيما البنزين والتولوين والزايلين مرة واحدة عادة باسم المذيبات الصناعية والمخبرية. ومع ذلك، فقد أظهرت الاختبارات أن استخدام هذه المركبات يجب أن تكون محدودة لأنها يمكن أن تؤثر على صحة الأشخاص الذين يتعرضون لها بانتظام. وتشمل المخاطر الصحية المرتبطة بالمركبات الأروماتية أمراض الجهاز التنفسي ومشاكل الكبد وتلف الجهاز العصبي. وبعيدًا عن هذه المخاطر، فإن بعض المركبات الأروماتية هي مواد مسرطنة وهي عبارة عن مواد يمكن أن تسبب الإصابة بالسرطان.

كانت أول مادة مسرطنة معروفة مادة أروماتية اكتشفت حوالي مطلع القرن العشرين في مدخنة السخام. كان من المعروف أن منظفي المداخن في بريطانيا العظمى يعانون من معدلات مرتفعة من مرض السرطان بشكل غير طبيعي. واكتشف العلماء أن السبب وراء الإصابة بمرض السرطان يعزى إلى البنزوبيرين والمركبات الأروماتية، كما هو مبين في الشكل 28. وهذا المركب هو منتج ثانوي من حرق خليط معقد من المواد العضوية مثل الخشب والفحم. ومن المعروف أن بعض المركبات الأروماتية الموجودة في الجازولين أيضًا هي مركبات مسببة للسرطان.

المطويات

أدمج معلومات من هذا القسم في مطويتك.

القسم 5 مراجعة

ملخص القسم

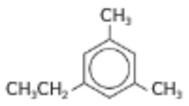
- تحتوي المركبات الهيدروكربونية الأروماتية على حلقات البنزين كجزء من تركيبها البنائي.
- تتوزع الإلكترونات في المركبات الهيدروكربونية الأروماتية بالتساوي على حلقة البنزين بأكملها.

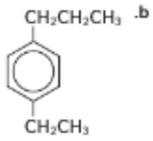
33. تحدي/مراجعة اشرح الشكل البنائي البنزين وكيف أنه يجعل الجزيء مستقرًا على نحو غير عادي.

34. فسر كيف تختلف المركبات الهيدروكربونية الأروماتية عن المركبات الهيدروكربونية الأليفاتية.

35. صف خصائص البنزين التي جعلت الكيميائيين يعتقدون أنه ليس ألكين بعده روابط ثنائية.

36. قم بتسمية المركبات التالية.

a. 

b. 

37. اشرح لماذا كانت العلاقة بين البنزوبيرين والسرطان علاقة هامة.

حقوق الطبع © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

المطويات®

التقويم

تأكد من الفهم

سأل الطلاب القيام بسرد السمات التي تميز بين المركّبات العضوية الأروماتية والأليفاتية غير المشبعة. تتمثل المركّبات الحلقية في هيدروكربونات حلقية أكثر استقرارًا وأقل تفاعلًا من المركّبات الأليفاتية غير المشبعة، لأنّ عدم تشبّع المركّبات الأروماتية يتضمن مجموعة من الإلكترونات الحرة بدلًا من روابط مزدوجة منفصلة. ختم

إعادة التدريس

رسم تركيب كيكوليه للبنزين ونموذج الوقت الحاضر بجوار بعضهما على اللوحة. اسأل الطلاب عن أفضل تمثيل للتركيب الحالي للبنزين، وسبب أفضليته. إنّ النموذج الحالي هو الأفضل إذ يمثّل الإلكترونات الحرة المشتركة بين كل ذرات الكربون المتساوية في الحلقة. كما يمكن استخدام النموذج لشرح استقرار البنزين غير الاعتيادي بطريقة أفضل من تركيب كيكوليه. ختم

التوسّع

اسأل الطلاب القيام بإجراء بحث وشرح سبب اعتبار تركيب كيكوليه للبنزين تمثيلًا غير نموذجي لنمط الترابط الفعلي في البنزين. تتميز الروابط كربون-كربون في نموذج كيكوليه بأنّ لها طولين وقوتين مختلفتين. قد تكون الروابط المزدوجة أقصر من الروابط الأحادية وأقوى منها. ومع ذلك لا يدعم الدليل المختبري بالقدر الذي يفعله نموذج يبيّن كل الروابط مع توزيع متساوٍ للإلكترونات. ختم

القسم 5 مراجعة

33. تتميز أزواج الإلكترونات في البنزين بكونها غير متمركزة ومشتركة بين كل ذرات الكربون الستة في الحلقة. ويُعدّ البنزين غير تفاعلي نسبيًا نظرًا إلى صعوبة سحب الإلكترونات بعيدًا عن ذرات الكربون الستة.

34. تحتوي المركّبات الأروماتية على حلقات بنزين في تراكيبها وتتمثّل الهيدروكربونات الأليفاتية في تراكيب مستقيمة السلسلة أو متفرعة السلسلة.

35. إنّ البنزين أقل تفاعلًا من الألكينات ذات الروابط المزدوجة المتعددة، والتي غالبًا ما تكون غير مستقرة. عندما تفاعل البنزين، لم تتشابه التفاعلات مع تلك الخاصة بالألكينات.

36. a. 1-إيثيل-5, 3-ثنائي ميثيل البنزين
b. 1-إيثيل-4-بروبيل البنزين

37. إنّ البنزوبيرين هو أول مادة مسرطنة معروفة، وكان التعرض لهذه المادة متعلّقًا بطبيعة العمل. بعد اكتشاف أنّها مادة مسرطنة، أصبح من الضروري اتباع المعايير لحماية العمال. لقد حفز هذا الاكتشاف العلماء والأطباء على البحث عن مواد أخرى التي قد تمثّل خطورة على العمال.

الهدف

سيصف الطلاب العملية وسيقوّمون الأثر البيئي لإنتاج الغاز الحيوي من تحليل المواد العضوية، بما فيها فضلات الحيوانات الأليفة.

الخلفية

إنّ تكاليف الطاقة الباهظة ونقص الطاقة الدوري يدفعان الحكومات إلى دراسة موارد بديلة للطاقة، منها الميثان. تثبت مزارع الألبان في الولايات المتحدة أنّها مجال اختبار مهم بسبب توفّر المواد الخام فيها. فالبقرة الحلوب التي تحصل على تغذية جيّدة تُنتج حوالي 54 kg من الفضلات يوميًا، أي ما يزيد عن 18,000 kg/y. تعمل البكتيريا على تحليل الفضلات، مما يُطلق الميثان، وهو غاز دفيئة قوي، إلى الغلاف الجوي. يتيح هاضم الميثان إنتاج غاز الميثان واحتجازه واستخدامه.

استراتيجيات التدريس

- استخدم الرسم التخطيطي للسمات لتحديد أهمية كل مرحلة في عملية إنتاج الغاز الحيوي.
- اطلب إلى الطلاب إجراء عصف ذهني حول الفوائد المكتسبة من استخدام هاضم الميثان باعتباره مصدرًا حضريًّا للطاقة.

كيف تعمل؟

من مخلفات الحيوانات إلى طاقة: كيف يعمل جهاز هضم الميثان

يأمل المسؤولون في سان فرانسيسكو في أن يساهم أصحاب الحيوانات الأليفة في المدينة بفضلات حيواناتهم في مشروع تجريبي سيحوّل المواد العضوية إلى طاقة قابلة للاستخدام. يعمل جهاز هضم الميثان على تحويل فضلات الحيوانات إلى غاز بيولوجي، وهو خليط من الميثان وثاني أكسيد الكربون. يؤدي حرق الميثان إلى توفير الطاقة للمدينة.

الكتابة في الكيمياء

قارن قم بإجراء بحث وأنشئ كتيبًا يقارن بين مزايا إنتاج الغاز الحيوي والطرق الأخرى التي تتبعها المؤسسات الزراعية للتخلص من فضلات الحيوانات، مثل مصانع الألبان واللحم البقري ومنتجي الدواجن.

الكتابة في الكيمياء

المقارنة ينبغي أن تشتمل كتيبات الطلاب على الخصائص الإيجابية لإنتاج الغاز الحيوي واستخدامه كمصدر للطاقة. قد تشتمل الخصائص الإيجابية على تقليل تلوث الهواء وتحسين جودة الماء وتحسين التحكم في الروائح وإضافات مفيدة للتربة.

الأدلة الجنائية: تحليل الغازات الهيدروكربونية المستخدمة في موقد بنزن.

الخلفيّة: يوجد صمام بحاجة للاستبدال في مختبر الكيمياء، ويفيد اختصاصي المختبر بأن الغاز المستخدم في داخل المختبر هو البروبان، أما مدرس الكيمياء فيقول بأن الغاز المستخدم هو الغاز الطبيعي (الميثان). استخدام الطرق العلمية لحل هذا النزاع.

السؤال: ما نوع غاز الألكان المستخدم في مختبر الكيمياء؟

المواد

باروميتر	حوض هوائي
ثيرمومتر	مخبار مدرج 100 mL
قارورة مشروب غازي بلاستيكية سعة 1L أو 2L	ميزان حساس
أنابيب مطاطية	مناشف ورقية

احتياطات السلامة

الإجراء

1. اقرأ تعليمات السلامة الخاصة بهذه التجربة قبل البدء في العمل.
2. قم بوصل الأنبوب المطاطي من مصدر الغاز الى الحوض الهوائي، ثم املأ الحوض بماء الصنبور، وافتح صمام الغاز قليلًا لتتيح دخول كمية صغيرة من الغاز إلى الحوض لطرد الهواء خارج الأنبوب.
3. قم بقياس كتلة القارورة البلاستيكية الجافة وغطائها، ثم سجّل الكتلة، الضغط الجوي ودرجة حرارة الهواء.
4. املأ القارورة بماء الصنبور حتى تفيض للخارج، ثم أغلقها بالغطاء. في حال بقاء بعض فقاعات الهواء بداخل القارورة، انقر على القارورة بلطف على سطح مكتبك حتى يصعد كل الهواء بداخل الماء على السطح، ثم أضف المزيد من الماء، وأغلق القارورة مجددًا.
5. ضع الثيرمومتر في الحوض، ثم اقلب قارورة الماء المُغطاة في داخل الحوض الهوائي، وانزع غطاء القارورة بينما تظل فوهتها تحت سطح الماء. أبق فوهة القارورة فوق فتحة الغاز للحوض مباشرة.
6. افتح صمام الغاز ببطء للسماح بدخول بعض الغاز إلى داخل القارورة المقلوبة حتى تُستبدل كل الماء بداخلها، ثم أغلق الصمام فورًا. سجّل درجة حرارة الماء.
7. بينما لا تزال القارورة مقلوبة، قم بإغلاقها بالغطاء، ثم ارفع القارورة من الماء، وجفف سطحها الخارجي.
8. قم بقياس وتسجيل كتلة القارورة التي تحتوي على غاز الموقد.
9. ضع القارورة داخل حزانة الغازات، ثم شغّل المروحة وانزع غطاء القارورة. قم بضغط القارورة عدة مرات لطرد الغاز من داخلها، ثم أعد ملء القارورة بالماء حتى تفيض، وحدّد حجم القارورة من خلال سكب الماء داخل المخبار المدرج المدرجة. سجّل حجم القارورة.
10. **التنظيف والتخلص من النفايات** نظّف مكان عملك وفقًا للتوجيهات.

التحليل والاستنتاج

1. **أوجد** كثافة الهواء تحت ضغط 1 atm وعند درجة حرارة 20°C هي 1.205 g/L. استخدم حجم القارورة لحساب كتلة الهواء داخل القارورة. استخدم قوانين الغاز لحساب كثافة الهواء عند درجة حرارة وضغط المختبر الذي تعمل به.
2. **احسّب** كتلة القارورة الفارغة. احسب كتلة الغاز المُجمعة. استخدم حجم الغاز، ودرجة الحرارة، والضغط الجوي مع قانون الغاز المثالي لحساب عدد مولات الغاز المُجمعة. استخدم كتلة الغاز، وعدد المولات لحساب الكتلة المولية للغاز.
3. **استنتج** كيف يمكن مقارنة الكتلة المولية التجريبية التي استنتجتها مع الكتل المولية لكل من غاز الميثان، والإيثان، والبروبان؟ استدلّ أي من الغازات يوجد في موقد مختبر الكيمياء.
4. **حلّل الخطأ** اقترح مصادر الخطأ الممكنة في تلك التجربة.

التوسع في الاستقصاء

صمّم تجربة لقياس كيفية تأثير متغير واحد مثل درجة الحرارة، أو الضغط الجوي على نتيجة تجربتك.

حقوق الطبع © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تحضير

الزمن المخصص حصة واحدة

مهارات العملية الحصول على معلومات وتحليلها، تطبيق المفاهيم، القياس، استخدام الأعداد، التحليل والاستنتاج

احتياطات السلامة ناقش المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل. نبّه الطلاب إلى إغلاق الصمامات بعد تجميع الغاز وتنظيف الماء المنسكب.

الإجراء

من المحتم أن يبقي بعض الماء على جانب القارورة. كلّف الطلاب "بنقر" القارورة بأحد الأصابع لإخراج أكبر كمية ممكنة من الماء.

النتائج المتوقعة يبلغ متوسط الغاز الطبيعي في الولايات المتحدة الأمريكية حوالي 85% ميثان و9% إيثان و3% بروبان و3% مكوّنة من النتروجين والبيوتان والهيليوم.

التحليل والاستنتاج

1. كتلة الهواء = الكثافة × الحجم، راجع جدول بيانات العينة.
2. راجع جدول بيانات العينة. عند درجة حرارة 25، درجة سيليزية سيشغل بخار الماء مساحة 3% تقريبًا من حجم القارورة نظرًا إلى تجمع الغاز فوق الماء. ومع ذلك، يمكن تجاهل وجود بخار الماء في تجربة بهذه الدقّة. يستبدل الطلاب القيم في معادلة الغاز المثالي ويحلون لإيجاد قيمة *n*. يجب أن يقوم الطلاب بإجراء العملية الحسابية التالية.
الكتلة المولية = كتلة غاز المُجمعة / عدد المولات المحتسبة
3. ستعتمد النتائج على تركيبة الغاز.
4. تشتمل الاحتمالات على فائض الماء العالق في القارورة، وتقنيات قياس غير صحيحة أو رديئة أو خطأ بالرياضيات. سينتج خليط الغاز كتلة مولية ليست متساوية تمامًا مع الكتلة المولية للمكوّنات.

بيانات كتلة العينة وحجمها	
كتلة القارورة + الهواء	30.49 g
كتلة الهواء	0.82 g
كتلة قارورة "فارغة"	29.67 g
كتلة القارورة + غاز الموقد المجمّع	30.30 g
كتلة غاز الموقد المجمّع	0.63 g
الضغط	1.01 atm
درجة الحرارة	24 درجة سيليزية
درجة الحرارة	297 K
حجم الغاز المجمع	0.630 L

التوسع في الاستقصاء

يجب أن يكتشف الطلاب أنّ الضغط الجوي ودرجة الحرارة تتباين بشكل طفيف خلال التجربة من يوم إلى الآخر، ولن يؤثر ذلك في نتائج هذا النوع من التجارب. إنّ القياسات ليست دقيقة بما يكفي لتوضيح أوجه الاختلاف. ومع ذلك، قد يتمكن الطلاب الذين يعملون على محاكاة درجة الحرارة القصوى أو تغيّرات الضغط الجوي، من توضيح الاختلاف في النتائج التي توصّلوا إليها.

دليل الدراسة

الفكرة الرئيسة تختلف المركبات العضوية التي يطلق عليها اسم هيدروكربونات بإختلاف أنواع الروابط بها

القسم 1 مقدمة حول الهيدروكربونات

الفكرة الرئيسة الهيدروكربونات هي المركبات العضوية التي تحتوي على الكربون الذي يوفر مصدرًا للطاقة والمواد الخام.

- المركبات العضوية تحتوي على عنصر الكربون، وهو قادر على تشكيل سلاسل مستقيمة وسلاسل متفرعة.
- المركبات الهيدروكربونية هي مواد عضوية تتكون من الكربون والهيدروجين.
- المصادر الرئيسة للمواد الهيدروكربونية هي النفط والغاز الطبيعي.
- يمكن فصل النفط إلى مركبات من طريق عملية التقطير التجزيئي.

المفردات
- المركب العضوي
- هيدروكربون
- هيدروكربون مشبع
- هيدروكربون غير مشبع
- التقطير التجزيئي
- التكسير

القسم 2 الألكانات

الفكرة الرئيسة الألكانات هي هيدروكربونات تحتوي على روابط أحادية فقط.

- الألكانات تحتوي على روابط أحادية فقط بين ذرات الكربون.
- أفضل تمثيل للألكانات والمركبات العضوية الأخرى من طريق الصيغ البنائية ويمكن تسميتها باستخدام القواعد المنهجية التي يحددها الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC).
- تسمى الألكانات التي تحتوي على هيدروكربون حلقي بالألكانات الحلقية.

المفردات
- ألكان
- السلسلة المتجانسة
- السلسلة الأم
- المجموعة البديلة
- الهيدروكربون الحلقي
- الألكان الحلقي

القسم 3 الألكينات والألكاينات

الفكرة الرئيسة الألكينات هي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثنائية على الأقل، والألكاينات هي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثلاثية واحدة على الأقل.

- الألكينات والألكاينات هي هيدروكربونات تحتوي على رابطة ثنائية أو ثلاثية واحدة على الأقل، على التوالي.
- الألكينات والألكاينات هي مركبات غير قطبية ذات قدرة تفاعلية أكبر من الألكانات ولكن لها خصائص أخرى مماثلة لخصائص الألكانات.

المفردات
- الألكين
- الألكاين

القسم 4 أيزومرات الهيدروكربونات

الفكرة الرئيسة بعض الهيدروكربونات لديها نفس الصيغة الجزيئية ولكن لديها صيغ بنائية مختلفة.

- الأيزومرات هي اثنين أو أكثر من المركبات التي لها نفس الصيغة الجزيئية ولكن ذات صيغ بنائية مختلفة.
- الأيزومرات البنائية تختلف في ترتيب ترابط الذرات مع بعضها البعض.
- الأيزومرات الفراغية كلها ذات ذرات مرتبطة بنفس الترتيب ولكنها ذات ترتيب مختلف في الفراغ.

المفردات
- الأيزومر
- أيزومر بنائي
- أيزومر فراغي
- أيزومر هندسي
- عدم التماثر المرآتي
- الكربون غير المتماثل
- الأيزومر الضوئي
- الدوران الضوئي

القسم 5 الهيدروكربونات الأروماتية

الفكرة الرئيسة الهيدروكربونات الأروماتية هي مركبات مستقرة بشكل غير عادي ذات بنية حلقية تتشارك فيها الإلكترونات بواسطة العديد من الذرات.

- الهيدروكربونات الأروماتية تحتوي على حلقات البنزين كجزء من صيغتها البنائية.
- تتوزع الإلكترونات في الهيدروكربونات الأروماتية بالتساوي في حلقة البنزين بأكملها.

المفردات
- المركب الأروماتي
- المركب الأليفاتي

استخدام المفردات

لتعزيز المفردات الواردة في الوحدة، اطلب من الطلاب كتابة جملة باستخدام كل مصطلح. ف ع م

استراتيجيات المراجعة

- كلّف من الطلاب تلخيص أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين الألكانات والألكينات والألكاينات. ف ع م
- اطلب من الطلاب إعداد قائمة بأسماء الهيدروكربونات الشائعة وتراكيبها. ف ع م
- يمكن استخدام المسائل من ملحق «مسائل للتدريب» الإضافي. ف ع م

القسم 1

إتقان المفاهيم

38. الكيمياء العضوية لماذا أدى اكتشاف فولر إلى تطوير مجال الكيمياء العضوية؟

39. ما السمة الرئيسة للمركب العضوي؟

40. ما خصائص ذرة الكربون التي تجعلها قادرة على تكوين مركبات عضوية كثيرة ومتنوعة؟

41. اذكر مصدرين من المصادر الطبيعية للمواد الهيدروكربونية.

42. ما الخاصية الفيزيائية للمركبات البترولية المستخدمة للفصل بينها خلال التقطير التجزيئي؟

43. وضح الفرق بين الهيدروكربونات المشبعة والهيدروكربونات غير المشبعة.

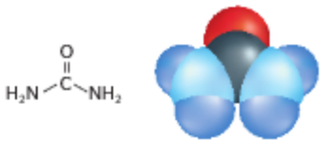
إتقان حل المسائل

44. التقطير رتّب المركبات المذكورة في الجدول 7 حسب الترتيب الذي تخرج به خلال تقطيرها من خليط. يبدأ الترتيب من المركب الأول بالفصل إلى المركب الأخير.

الجدول 7 درجات غليان الألكان

المركب	درجة الغليان (°C)
هكسان	68.7
ميثان	-161.7
أوكتان	125.7
بيوتان	-0.5
بروبان	-42.1

45. كم عدد الإلكترونات المشتركة بين ذرتي الكربون في كل من روابط الكربون-الكربون التالية؟
a. رابطة أحادية
b. رابطة ثنائية
c. رابطة ثلاثية



الشكل 29

46. الشكل 29 يظهر نموذجين لجزيء اليوريا، وهو الجزيء الذي قام فريدريك فولر بتصنيعه لأول مرة في عام 1828.
a. حدّد أنواع النماذج المبينة.
b. هل اليوريا مركب عضوي أم غير عضوي؟ فسّر إجابتك.

47. يتم إعداد نماذج للجزيئات باستخدام الصيغ الجزيئية والصيغ البنائية. ونماذج الكرة والعصا. ونماذج ملء الفراغ. ما مزايا وعيوب كل نموذج؟

القسم 2

إتقان المفاهيم

48. صف خصائص السلاسل المتجانسة للمركبات الهيدروكربونية.

49. **الوقود** اذكر اسم ثلاثة ألكانات تستخدم كوقود وصف استخدام إضافي لكل منها.

50. ارسم الصيغة البنائية لكل مما يلي.
a. الإيثان
b. الهكسان
c. البروبان
d. الهبتان

51. اكتب الصيغ البنائية الموجزة للألكانات في السؤال السابق.

52. اكتب الاسم وارسم الصيغة البنائية لمجموعة الألكيل التي تتوافق مع كل من الألكانات التالية.
a. الميثان
b. البيوتان
c. الأوكتان

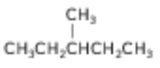
53. كيف يمكن للصيغة البنائية للألكان الحلقي أن تختلف عن ألكان ذو سلسلة مستقيمة وألكان ذو سلسلة متفرعة؟

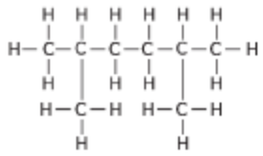
54. **درجات التجمد والغليان** استخدم الماء والميثان لشرح كيف أن التجاذب بين الجزيئات يؤثر عمومًا على درجة الغليان ودرجة التجمد للمادة.

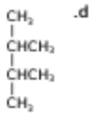
إتقان حل المسائل

55. اذكر اسم المركب الذي تمثله كل صيغة من الصيغ البنائية الآتية.

a. $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$

b.


c.


d.


56. ارسم الصيغة البنائية الكاملة للمركبات الآتية.
a. الهبتان
b. 2-ميثيل هكسان
c. 3,2-ثنائي ميثيل بنتان
d. 2,2-ثنائي ميثيل بروبان

57. ارسم الصيغة البنائية المختصرة للمركبات الآتية.
a. 2,1-ثنائي ميثيل بروبان حلقي
b. 1,1-ثنائي إيثيل-2-ميثيل بنتان حلقي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

قسم 1

قان المفاهيم

3. أدرك علماء الكيمياء إمكانية تصنيع مركّبات عضوية من دون الحاجة إلى قوة حيوية.
3. تحتوي المركّبات العضوية على عنصر الكربون.
4. بإمكان الكربون تكوين أربع روابط تساهمية قوية، بما فيها روابط مع ذرات كربون أخرى.
4. البترول والغاز الطبيعي
4. درجة الغليان
4. تحتوي الهيدروكربونات المشبعة على كل الروابط الأحادية بين ذرتي كربون. بينما تحتوي الهيدروكربونات غير المشبعة على رابطة مزدوجة أو ثلاثية واحدة أو أكثر بين ذرتي كربون.

قان حل المسائل

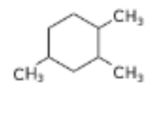
4. الميثان، البروبان، البيوتان، الهكسان، الأوكتان
4. a. إلكترون
b. 4 إلكترونات
6.c إلكترونات
4. a. الصيغة البنائية ونموذج ملء الفراغ
b. يتمثل في مركّب عضوي نظرًا إلى اشتماله على كربون وليس أحد مركّبات المجموعات المستثناة وهي ثاني أكسيد الكربون أو كربيد أو كربونات.
4. تُبيّن النماذج الجزيئية نوع الذرات في الجزيء، ولكنها لا تُبيّن هندسته. وتوضّح الصيغ البنائية نوع الذرات في الجزيء والترتيب العام للذرات ولكن ليس الهندسة الدقيقة. كما تُبيّن نماذج الكرة والعصا أنواع الذرات في الجزيء وترتيبها العام ولكن ليس الهندسة الدقيقة. أما نماذج ملء الفراغ، فتُبيّن صورة واقعية للجزيء ولكن يصعب تحديد أنواع الروابط في الجزيء، وإذا كان الجزيء كبيرًا فسيكون من الصعب رؤية كل الذرات فيه.

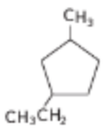
القسم 2

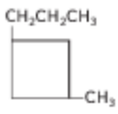
إتقان المفاهيم

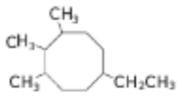
48. تمثل سلسلة من المركّبات التي يختلف بعضها عن بعض عبر وحدة متكررة وتتميز بعلاقة عددية ثابتة بين أعداد الذرات.
49. الميثان—وقود يستخدم لأغراض الطهي والتدفئة؛ البروبان—وقود يستخدم لأغراض الطهي والتدفئة؛ البيوتان—يستخدم في الولّاعات الصغيرة وبعض المصابيح
50. راجع دليل الحلول للاطلاع على التراكيب.
51. a. CH_3CH_3 c. $CH_3CH_2CH_3$
b. $CH_3(CH_2)_4CH_3$
d. $CH_3(CH_2)_5CH_3$
52. راجع دليل الحلول للاطلاع على التراكيب.
a. ميثان، ميثيل
b. بيوتان، بوتيل
c. أوكتان، أوكتيل
53. يحتوي الألكان الحلقي على حلقة من ذرات الكربون.
54. تُعدّ جزيئات الميثان غير قطبية ولا تكوّن روابط هيدروجينية مع جزيئات ميثان أخرى. في حين تُعدّ جزيئات الماء قطبية ويمكنها تكوين روابط هيدروجينية بحرية مع جزيئات ماء أخرى. ونظرًا إلى الانجذاب بين الجزيئات في الماء، يتميّز الماء بدرجة غليان ودرجة انصهار مرتفعتين مقارنة بالميثان.

58. اذكر اسم المركب الذي تمثله كل صيغة من الصيغ البنائية الآتية.

a. 

b. 

c. 

d. 

القسم 3

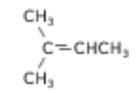
إتقان المفاهيم

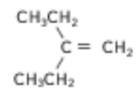
59. اشرح أوجه اختلاف الألكينات عن الألكانات. ما أوجه اختلاف الألكانيات عن كل من الألكينات والألكانات؟

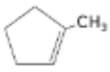
60. يعتمد اسم الهيدروكربون على اسم السلسلة الأم. وضح كيف أن تحديد السلسلة الأم عند تسمية الألكينات يختلف عن نفس التحديد عند تسمية الألكانات.

إتقان حل المسائل

61. اذكر اسم المركب الذي تمثله كل صيغة من الصيغ البنائية المختصرة التالية.

a. 

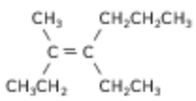
b. 

c. 

d.

62. ارسم الصيغة البنائية المختصرة للمركبات الآتية.
a. 4,1-ثنائي إيثيل هكسان حلقي
b. 4,2-ثنائي ميثيل-1-أوكتين
c. 2,2-ثنائي ميثيل-3-هكساين

63. اذكر اسم المركب الذي تمثله الصيغة البنائية المختصرة التالية.



القسم 4

إتقان المفاهيم

64. ما أوجه التشابه بين اثنين من الأيزومرين، وما أوجه الاختلاف؟

65. صف الفرق بين أيزومرات مع (cis) و ضد (trans) – وترانس من حيث الترتيب الهندسي.

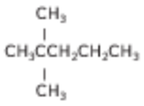
66. ما خصائص المادة العديمة التماثل المرآتي؟

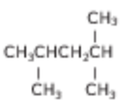
67. الضوء ما أوجه الاختلاف بين الضوء المستقطب والضوء العادي، مثل ضوء الشمس؟

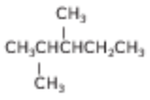
68. كيف تؤثر الأيزومرات الضوئية على الضوء المستقطب؟

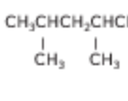
إتقان حل المسائل

69. حدد زوج الايزومرات من الصيغ البنائية المختصرة الواردة في المجموعة التالية.

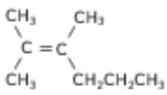
a. 

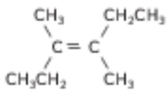
b. 

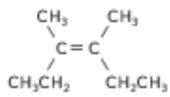
c. 

d. 

70. حدد زوج الايزومرات الهندسية من بين مجموعة الصيغ البنائية التالية. اشرح اختياراتك. اشرح كيفية ارتباط الصيغة البنائية الثالثة مع الصيغتين الأخرتين.

a. 

b. 

c. 

71. ارسم الصيغ البنائية المختصرة لأربعة أيزومرات بنائية مختلفة للصيغة الجزيئية C_4H_8.

72. ارسم وسمي الأيزومرات الهندسية للجزيء الممثل في الصيغة المختصرة التالية.

$CH_3CH=CHCH_2CH_3$

إتقان حل المسائل

55. a. البنتان
b. 3-ميثيل البنتان
c. 2,5-ثنائي ميثيل الهكسان
d. 2,3-ثنائي ميثيل البيوتان

56. انظر دليل الحلول للاطلاع على التراكيب.

57. انظر دليل الحلول للاطلاع على التراكيب.

58. a. 2,4,4-ثلاثي ميثيل الهكسان الحلقي
b. 1-إيثيل-3-ميثيل البنتان الحلقي
c. 1-ميثيل-3-بروبيل البيوتان الحلقي
d. 6-إيثيل-2,3,3-ثلاثي ميثيل الأوكتان الحلقي

القسم 3

إتقان المفاهيم

59. لدى الألكانات روابط أحادية فقط بين ذرات الكربون في الجزيء، ولدى الألكينات رابطة مزدوجة واحدة على الأقل بين ذرات الكربون في الجزيء. أمّا الألكاينات فلديها رابطة ثلاثية واحدة على الأقل بين ذرات الكربون في الجزيء.

60. عند تسمية الألكانات، تكون السلسلة الأمّ هي أطول سلسلة كربون متواصلة. وعند تسمية الألكينات، تكون السلسلة الأمّ هي أطول سلسلة كربون متواصلة تحتوي على ذرات الكربون المرتبطة برابطة مزدوجة.

إتقان حل المسائل

61. a. 2-ميثيل-2-البيوتين
b. 2-إيثيل-1-البيوتين
c. 1-ميثيل البنتين الحلقي
d. 3-ميثيل البيوتين الحلقي

62. انظر دليل الحلول للاطلاع على التراكيب.

63. 4-إيثيل-3-ميثيل-3-الهيبتن

القسم 4

إتقان حل المسائل

64. لدى الأيزومرات بالصيغة الجزيئية نفسها لكن لديها تراكيب مختلفة. قد يكون لديها خصائص كيميائية وفيزيائية مختلفة.

65. تتضمن الأيزومرات مع (cis) أكبر مجموعات على ذرات الكربونات في الرابطة المزدوجة في جهة الرابطة نفسها. بينما تكون الأيزومرات الضد (trans) على أطراف متقابلة.

66. لدى المادة العديمة التماثل المرآتي الشكل الأيمن والشكل الأيسر. وتحتوي المواد العديمة التماثل المرآتي على ذرة كربون واحدة على الأقل مرتبطة بأربع مجموعات مختلفة ومن ثمّ فهي غير متماثلة.

67. تهتز كل موجات الضوء المستقطب في مستوى واحد؛ بينما تهتز في الضوء العادي في كل المستويات الممكنة.

68. تعمل على تدوير الضوء المستقطب.

إتقان حل المسائل

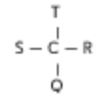
69. قد تشتمل إجابات الطلاب على تركيبين عدا b وd، المتطابقين.

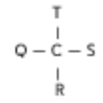
70. إنّ b وc أيزومران هندسيان. يمثلان زوجًا من الأيزومرات المع والضد. a يكون أيزومرًا بنائيًا من كل من b وc.

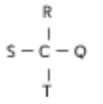
71. راجع دليل الحلول للاطلاع على التراكيب. يجب أن تُظهر إجابات الطلاب الصيغ البنائية المختصرة للبيوتان الحلقي و1-البيوتين و2-البيوتين و2-ميثيل البروبين.

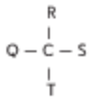
72. راجع دليل الحلول للاطلاع على التراكيب. تكون ذرتا الهيدروجين المرتبطتان بذرات الكربون ذات الرابطة المزدوجة في الجهة نفسها من سلسلة الكربون للأيزومر المع وفي الأطراف المتقابلة من سلسلة الكربون للأيزومر الضد

73. ثلاثة من الهياكل البنائية التالية مماثلة تمامًا ولكن الهيكل البنائي الرابع يمثل أيزومر ضوئي للثلاث الأخرى. حدّد الأيزومر الضوئي. ولفسر السبب في اختيارك.

.a


.b


.c


.d


القسم 5

إتقان المفاهيم

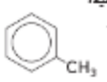
74. ما الخصائص البنائية المشتركة بين جميع الهيدروكربونات الأروماتية؟

75. ما المواد المسببة للسرطان؟

إتقان حل المسائل

76. ارسم الصيغة البنائية لمركب 2،1-ثنائي ميثيل بنزين.

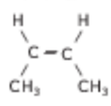
77. اذكر اسم المركب الذي تمثله كل صيغة من الصيغ البنائية الآتية.

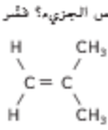
.a


.b

مراجعة عامة

78. هل الصيغ البنائية التالية تمثل نفس الجزيء؟ فسّر إجابتك.

.a


.b


79. كم عدد ذرات الهيدروجين الموجودة في جزيء الألكان الذي له تسع ذرات كربون؟ كم العدد في الألكين الذي له تسع ذرات كربون ورابطة ثنائية واحدة؟

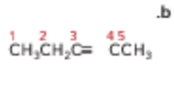
80. الصيغة العامة للألكانات هي C_nH_{2n+2}. حدّد الصيغة العامة للألكان الحلقي.

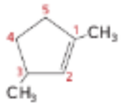
81. التصنيع لماذا تعتبر المركبات الهيدروكربونية غير المشبعة أكثر فائدة من المركبات الهيدروكربونية المشبعة كمواد أولية في الصناعات الكيميائية؟

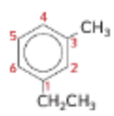
82. هل البنتان الحلقي أيزومر للبنتان؟ فسّر إجابتك.

83. حدّد ما إذا كانت كل من الصيغ البنائية التالية تظهر الترقيم الصحيح. إذا كان الترقيم غير صحيح، فقم بإعادة رسم الصيغة البنائية بالترقيم الصحيح.

.a

.b


.c


.d


84. لماذا يستخدم علماء الكيمياء الصيغ البنائية للمركبات العضوية بدلًا من الصيغ الجزيئية، مثل C_5H_{12}؟

85. أي مما يلي تتوقع أن يكون له خصائص فيزيائية مماثلة أكثر، زوج من الأيزومرات البنائية أم زوج من الأيزومرات الفراغية؟ مثّل إجابتك.

86. فسر سبب الحاجة لترقيم الالكينات والكايتات غير المتفرعة عند تسميتها بحسب IUPAC. بينما لا حاجة لذلك عند تسمية الألكانات غير المتفرعة.

87. المركب الذي يحتوي على رابطتين ثنائيتين ينتهي اسمه بالمقطع دايين. اسم الهيكل البنائي المبين هو 4،1-بنتادايين. استخدم معرفتك بقواعد التسمية IUPAC لرسم بنية 3،1-بنتادايين.

$$H_2C=CH-CH_2-CH=CH_2$$

التفكير الناقد

88. حدّد أي من الاسمين التاليين لا يمكن أن يكون صحيحًا، وارسم صيغته البنائية.
a. 2-إيثيل-2-بيوتين
c. 5،1-ثنائي إيثيل بنزين
b. 4،1-ثنائي ميثيل هكسان حلقي

89. استدلّ يطلق على سكر الجلوكوز في بعض الأحيان دكتروز (dextrose) (سكر العنب)، كما يعرف محلول الجلوكوز dextrorotatory. حلل المصطلح "dextrorotatory"، واشرح معنى المصطلح.

90. فسر الرسوم العلمية ارسم بنية كيكولي للبنزين، وفسر السبب في أنها لا تمثل البنية الفعلية.

91. تعرّف على السبب والنتيجة فسر السبب في أن الألكانات، مثل الهكسان والهكسان الحلقي، تطفو في إذابة الشحوم، في حين أن الماء ليس كذلك.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

7. a يكون أيزومرًا ضوئيًا من b وc وd؛ وa لا يتطابق مع b أو c أو d

قسم 5

إتقان المفاهيم

7. تتميز جميعها بتركيب حلقي في الجزيء.
7. إنّ المواد المسرطنة هي مواد قد تسبّب السرطان.

إتقان حل المسائل

7. راجع دليل الحلول للاطلاع على التركيب.
7.a. ميثيل البنزين (التولوين)
b. أنثراسين

مراجعة عامة

7. لا، إنها أيزومرات بنائية.
7. 20 ذرة هيدروجين؛ 18 ذرة هيدروجين
8. C_nH_{2n}
8. تكون الهيدروكربونات غير المشبعة أكثر نشاطًا.
8. لا، لدى البنتان الحلقي (C_5H_{10}) والبنتان (C_5H_{12}) صيغ جزيئية مختلفة.
8.a. نعم
b. لا، يجب ترقيمها من الطرف المقابل.
c. نعم. يتم تخصيص أصغر أعداد ممكنة للرابطة المزدوجة ومجموعات الميثيل.
d. نعم
8. لا يمكن تمييز الصيغ الجزيئية بين الأيزومرات.
8. قد يكون للأيزومرات البنائية خصائص فيزيائية مختلفة بدرجة كبيرة نظرًا إلى الترتيبات المختلفة بالكامل للهيكل الكربوني فيها. ولدى الأيزومرات الفراغية (أيزومرات هندسية وضوئية) الهيكل الكربوني نفسه لكن باتجاهات مختلفة في الفراغ. بينما تتميز الأيزومرات الهندسية بخصائص مختلفة؛ تختلف الأيزومرات الضوئية فقط في اتجاه دوران الضوء المستقطب والتفاعلات الكيميائية التي تميز بين الأيزومرات. بالتالي، ستكون خصائص الأيزومرات الضوئية أكثر تشابهًا.
8. يجب توفر الأرقام لتحديد مواقع الروابط المزدوجة والثلاثية.
8. راجع دليل الحلول للاطلاع على التركيب.

التفكير الناقد

88. راجع دليل الحلول للاطلاع على التراكيب.
a. إنّ الاسم الصحيح هو 3-ميثيل-2-البنتين.
b. الاسم صحيح.
c. إنّ الاسم الصحيح هو 3،1-ثنائي ميثيل البنزين.

89. إنّ المفردة يميني- تعني إلى اليمين، واللاحقة دوار تعني يدور. بالتالي، فإنّ الشكل الطبيعي للجلوكوز هو كيرالي ويدور في مستوى الضوء المستقطب إلى اليمين.

90. راجع دليل الحلول للاطلاع على التركيب. يوضّح التركيب وجود إلكترونات متمركزة في الروابط المزدوجة بدلًا من الإلكترونات الحرة.

91. إنّ الشحم والألكانات كلاهما غير قطبي. والماء قطبي. الشبيه يذيب الشبيه.

92. فسر استخدم الجدول 8 لكتابة جملة توضح خلالها العلاقة بين عدد ذرات الكربون ودرجات الغليان للألكانات المبينة.

93. ارسم رسمًا بيانيًا للمعلومات الواردة في الجدول 8. تنبأ بدرجة الغليان ودرجة الانصهار للكانات التي تحتوي على 11 و 12 ذرة كربون. ابحث عن القيم الفعلية وقارن بين توقعاتك وهذه الأرقام.

الجدول 8 بيانات عن الألكانات المختارة

الاسم	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)
CH_4	-182	-162
C_2H_6	-183	-89
C_3H_8	-188	-42
C_4H_{10}	-138	-0.5
C_5H_{12}	-130	36
C_6H_{14}	-95	69
C_7H_{16}	-91	98
C_8H_{18}	-57	126
C_9H_{20}	-54	151
$C_{10}H_{22}$	-29	174

تحدي

94. كربون غير متماثل العديد من المركبات العضوية لها أكثر من ذرة كربون غير متماثلة. لكل ذرة كربون غير متماثلة في مركب، قد يوجد زوج من الأيزومرات الفراغية. إجمالي عدد الأيزومرات للمركب يساوي 2^n، حيث أن n هو عدد ذرات الكربون غير المتماثلة. ارسم البنية البنائية، وحدّد عدد الأيزومرات الفراغية الممكنة لكل مركب مذكور أدناه.
a. 5،3-ثنائي ميثيل النونان
b. 7،3-ثنائي ميثيل-5-إيثيل ديكان

مراجعة تراكمية

95. ما العنصر الذي لديه تركيب إلكتروني في حالة الاستقرار التالي، $[Ar]4s^2 3d^6$؟

96. ما شحنة الأيونات التي تشكلت من المجموعات التالية؟
a. الفلزات القلوية
b. الفلزات القلوية الأرضية
c. الهالوجينات

97. اكتب المعادلات الكيميائية للاحتراق الكامل للإيثان، والإيثين، والإيثاين لتنتج ثاني أكسيد الكربون والماء.

الكتابة في الكيمياء

98. الجازولين كان منصر مقاومة الفرقعة الرئيسي في الجازولين هو مركب رباعي إيثيل الرصاص لسنوات عديدة. ابحث للتعرف على بنية هذا المركب، وتاريخ تطوره واستخدامه، ولماذا توقف استخدامه. ابحث عما إذا كان لا يزال يستخدم كمادة مضافة للجازولين في أماكن من العالم.

99. العطور المسك المستخدم في العطور يحتوي على العديد من المركبات الكيميائية، بما في ذلك ألكانات حلقية كبيرة. ابحث واكتب تقرير قصير عن المصادر المستخدمة لمركبات المسك الطبيعية والاصطناعية في هذه المنتجات الاستهلاكية.

أدم أسئلة حول مستند

المركبات الهيدروكربونية الأروماتية متعددة الحلقات *PAH* توجد بشكل طبيعي، ولكن يمكن للأنشطة البشرية أن تزيد من تركيزها في البيئة. تم جمع عينات من التربة لدراسة المركبات الهيدروكربونية الأروماتية متعددة الحلقات. تم تحديد متى ترسب كل مكون رئيس فيها، باستخدام النظائر المشعة لتحديد.

الشكل 30 يدل على تركيز المركبات الهيدروكربونية الأروماتية متعددة الحلقات (*PAH*) التي تم الكشف عنها في حديقة سنترال بارك في مدينة نيويورك.

تم التعديل على إثباته من: Yan, B. et al, 2005. *Environmental Science Technology* 39 (18), 7012–7019.

■ الشكل 30

100. قارن بين متوسط تركيزات مركبات الهيدروكربون الأروماتية متعددة الحلقات قبل 1905 وبعد 1925.

101. يتم إنتاج مركبات الهيدروكربون الأروماتية متعددة الحلقات بكميات صغيرة في بعض النباتات والحيوانات، ولكن معظمها يأتي من الأنشطة البشرية، مثل حرق الوقود الأحفوري. استدلّ عن السبب وراء كون المركبات الهيدروكربونية الأروماتية متعددة الحلقات منخفضة نسبيًا في أواخر 1800 وبداية 1900.

92. كلما ازداد عدد ذرات الكربون في السلسلة، ارتفعت درجة الغليان.
93. راجع دليل الحلول للاطلاع على الرسم البياني. ستتنوّع توقعات الطلاب. إنّ درجة الغليان الفعلية للمركّب $C_{11}H_{24}$ هي 196 درجة سيليزية، ودرجة غليان $C_{12}H_{26}$ هي 216 درجة سيليزية.

مسألة تحدّي

94. راجع دليل الحلول للاطلاع على التراكيب.
a. إنّ عدد ذرات الكربون المتماثلة هو $2n = 22 = 4$.
b. إنّ عدد ذرات الكربون المتماثلة هو $2n = 23 = 8$.

مراجعة تراكمية

95. الحديد
96. a. 1+
b. 2+
c. 1−
97. الإيثان:
$2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$؛
الإيثين:
$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$؛
الإيثاين:
$2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O$

الكتابة في الكيمياء

98. يجب أن تشتمل إجابات الطلاب على رسم لتركيب رباعي إيثيل الرصاص $Pb(CH_2CH_3)_4$ ومناقشة حول توقيت استخدامه في الولايات المتحدة الأميركية ومخاطره الصحية وسرد بعض المناطق في العالم حيث لا يزال يُضاف إلى الجازولين.
99. يتمثّل المصدر الطبيعي للمسك المستخدم في العطور في أيل المسك الذكر. حيث يتمثّل المركّب العطري الأولي في 3-ميثيل بنتا دكانون الحلقي، والذي يتم تصنيعه في صناعات العطور والكولونيا.

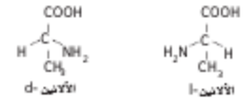
DBQ أسئلة حول مستند

أخذت البيانات من: Yan, B. et al, 2005. *Environmental Science Technology* 39 (18), 7012-7019.

100. بلغ المتوسط قبل العام 1905 حوالي 3؛ وأصبح المتوسط بعد العام 1925 حوالي 13.
101. كان الخشب أول وقود قام الإنسان بحرقه آنذاك. تبدأ مستويات المركّبات الهيدروكربونية الأروماتية متعددة الحلقات في الازدياد عندما يحل الوقود الأحفوري محل الخشب كمصدر للوقود.

الاختيار من متعدد

1. الألانين، مثل معظم الأحماض الأمينية، يوجد في شكلين.



تقريبًا كل الأحماض الأمينية الموجودة في الكائنات الحية هي في الشكل l. أي من المصطلحات التالية يصف بشكل أفضل كلًا من الألانين-l والألانين-d؟
A. أيزومرات بنائية
B. أيزومرات هندسية
C. أيزومرات ضوئية
D. أيزومرات فراغية

2. أي مما يلي لا يؤثر على سرعة التفاعل؟
A. الحفازات
B. مساحة أسطح المواد المتفاعلة
C. تركيز المواد المتفاعلة
D. النشاط الكيميائي للنواتج

3. ما المولالية لمحلول يحتوي على 0.25g من ثنائي كلورو بنزين ($C_6H_4Cl_2$) المذاب في 10.0 g من الهكسان الحلقي (C_6H_{12})؟
A. 0.17 mol/kg
B. 0.014 mol/kg
C. 0.025 mol/kg
D. 0.00017 mol/kg

استخدم الجدول التالي للإجابة عن الأسئلة من 4 حتى 6.

بيانات عن مركبات هيدروكربونية مختلفة

الاسم	عدد ذرات الكربون C	عدد ذرات الهيدروجين H	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)
هبتان	7	16	-90.6	98.5
1-هبتين	7	14	-119.7	93.6
1-هبتاين	7	12	-81	99.7
أوكتان	8	18	-56.8	125.6
1-أوكتين	8	16	-101.7	121.2
1-أوكتاين	8	14	-79.3	126.3

4. بناء على المعلومات الواردة في الجدول، ما نوع الهيدروكربونات التي تصبح غاز عند أقل درجة حرارة؟
A. الألكان
B. الألكين
C. الألكاين
D. الأروماتية

5. إذا كان n عدد ذرات الكربون في الهيدروكربون، فما الصيغة العامة للألكاينات التي لها رابطة ثلاثية واحدة؟
A. C_nH_{n+2}
B. C_nH_{2n+2}
C. C_nH_{2n}
D. C_nH_{2n-2}

6. يمكن التوقع من الجدول أن النونان سيكون له درجة انصهار
A. أكبر من درجة انصهار الأوكتان.
B. أقل من درجة انصهار الهبتان.
C. أكبر من درجة انصهار الديكان.
D. أقل من درجة انصهار الهكسان.

7. تحت ضغط 1.00 atm وعند درجة حرارة 20°C، يمكن إذابة 1.72 g من CO_2 في 1L من الماء. ما مقدار CO_2 الذي يمكن إذابته إذا تم رفع الضغط إلى 1.35 atm دون تغيير درجة الحرارة؟
A. 2.32 g/L
B. 1.27 g/L
C. 0.785 g/L
D. 0.431 g/L

استخدم الرسم التخطيطي للإجابة عن السؤال 8.

8. في التفاعل الأمامي، أي مادة حمض برونشتد–لوري؟
A. HF
B. H_2O
C. H_3O^+
D. F^-

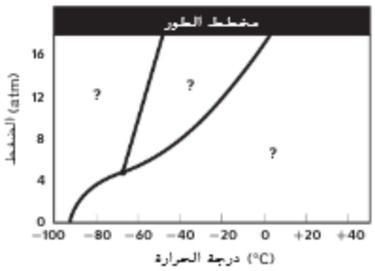
9. أي مما يلي لا يصف ما يحدث عند غليان السائل؟
A. درجة حرارة النظام ترتفع.
B. النظام يمتص الطاقة.
C. الضغط البخاري للسائل يساوي الضغط الجوي.
D. السائل يدخل مرحلة الغاز.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تراكمي
دريب على الاختبار المعياري
ختيار من متعدد
C .1
D .2
A .3
B .4
D .5
A .6
A .7
A .8
A .9
الوحدة 8 • الهيدروكربونات

أسئلة ذات إجابات قصيرة

استخدم الرسم التخطيطي أدناه للإجابة عن الأسئلة من *10* حتى *12*.



10. ما حالة المادة التي تقع في درجة حرارة −80°C وضغط 10 atm؟

11. ما درجة الحرارة والضغط عندما تكون المادة في النقطة الثلاثية؟

12. صف التغيرات التي تحدث في الترتيب الجزيئي عند زيادة الضغط من 8 atm إلى 16 atm، في حين تكون درجة حرارة ثابتة عند 0°C.

أسئلة ذات إجابات مفتوحة

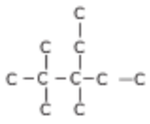
استخدم جدول البيانات التالي للإجابة عن السؤالين *13* و*14*.

بيانات تجريبية للتفاعل بين A و B		
التركيز الابتدائي(M) [A]	التركيز الابتدائي(M) [B]	السرعة الابتدائية (mol/L·s)
0.10*M*	0.10*M*	7.93
0.30*M*	0.10*M*	23.79
0.30*M*	0.20*M*	95.16

13. أوجد قيم *m* و *n* لقانون السرعة $\text{السرعة} = k[A]^m[B]^n$.

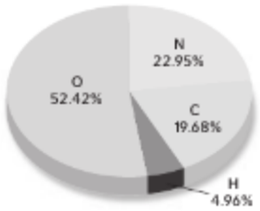
14. حدّد قيمة *k* في هذا التفاعل.

اختبار الكفاءة الدراسية (SAT) في مادة: الكيمياء



15. ما اسم المركب الذي تظهر صيغته البنائية في الأعلى؟
A. 3،2،2-ثلاثي ميثيل-3-إيثيل بنتان
B. 3-إيثيل-4،4،3-ثلاثي ميثيل بنتان
C. 2-بيوتيل-2-إيثيل بيوتان
D. 3-إيثيل-2،2،3-ثلاثي ميثيل بنتان
E. 2،2-ثنائي ميثيل، 3-ثنائي ميثيل، 3-ميثيل بروبان

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين *16* و*17*.



16. ما صيغة هذا المركب؟
A. $C_5H_{20}N_4O_2$
B. $C_8H_2N_9O_{11}$
C. $C_{16}H_5N_{16}O_{3.3}$
D. CH_3NO_2
E. $C_2H_5N_2O_5$

17. كم جرام من النيتروجين يوجد في 475 g من هذا المركب؟
A. 33.9 g
B. 52.8 g
C. 67.9 g
D. 109 g
E. 120.0 g

اسئلة ذات إجابات قصيرة

10. جسم صلب
11. تقريبًا −65°C و 4.8 atm
12. يؤدّي ازدياد الضغط إلى تحوّل المادة من غاز إلى سائل؛ إذ تصبح الجزيئات أكثر انضغاطًا وتفقد الطاقة الحركية وتصبح مرتّبة بشكل أكبر وتفصلها مساحات قريبة بعضها من بعض.

أسئلة ذات إجابات مفتوحة

13. لإيجاد قيمة الأسس في قانون السرعة، استخدم مجموعة من الظروف في الجدول. وقارن بين نسبة تركيزات المادة المتفاعلة ونسبة السرعات المختلفة للتجارب نفسها.
بالنسبة إلى الأس [A]: استخدم التجربتين الأولى والثانية.
السرعة2/السرعة1 = ([A]2/[A]1)m =23.79/7.93 = 3.00; (0.30/0.10)m = 3.00; 3m = 3; m = 1
وبالطريقة نفسها، قارن بين سرعات التفاعلات عند تفتيّ تركيز B:
السرعة3/السرعة2 = ([B]3/[B]2)n= 95.16/23.79 = 4.00; (0.20/0.10)n = 4.00; 2n = 4; n = 2
السرعة = k[A][B]2

14. $k = (7.93 \text{ mol/L-s})/[(0.10 \text{ mol/L})(0.10 \text{ mol/L})2]$
$k = 7930 \text{ L2/mol2 -s}$
$\text{السرعة} = (7930 \text{ L2/mol2 -s})[A][B]2$

أسئلة من اختبار الكفاءة الدراسية (SAT): الكيمياء

15. D
16. D
17. D